



Наблюдение Лунных вспышек.

Автоматизированная система наблюдения за Лунной поверхностью.

**Нестеренко И.Н.
Нестеренко А.Р.**

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение www.phys.nsu.ru
высшего профессионального образования
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Физический факультет

Нестеренко И. Н., Нестеренко А. Р.

**Наблюдение Лунных вспышек.
Автоматизированная система наблюдения за Лунной
поверхностью.
Методическое пособие**

Новосибирск — 2012

В пособии содержатся методические и практические рекомендации по наблюдению Луны и Лунных вспышек. Приведены общие сведения о Луне, о топологии Луны, о важности наблюдений вспышечных процессов на Луне, о выборе времени для наблюдений, даны подробные рекомендации о наблюдении вспышечных процессов, описана автоматизированная система наблюдения и методика проведения наблюдений.

Оборудование комплекса подготовлено сотрудниками и преподавателями КОФ ФФ и сотрудниками ИЯФ СО РАН: Нестеренко А. Р., Нестеренко И. Н., Просветовым В. П., Гольнским В. В. Большой вклад в создание установки по наблюдению Лунных вспышек внесли: аспирант ИЛФ СО РАН Нестеренко М.И., студентка СГГА Козыренко О.Н., сотрудник ЦНИТ НГУ Белоусов Р., руководитель Астрономической обсерватории Исследовательского центра Астрономии и геофизики Монгольской академии наук Батмунх Дадмин. Большая помощь по оформлению методического пособия оказана студентом ФФ Гонта В.А.

Составители:

И. Н. Нестеренко, А. Р. Нестеренко

Рецензент:

Д.ф.м.н., дир. обсерватории ИГУ Язев С.А.
к.т.н., доцент кафедры астрономии и гравиметрии Сибирской государственной геодезической академии *Гиенко Е. Г.*

Пособие подготовлено в рамках реализации Программы развития НИУ-НГУ на 2009—2018 гг.

© Нестеренко Н. И., Нестеренко А. Р., .2012

© Новосибирский государственный университет, 2012

1. Введение. Общие сведения о Луне

Луна — самый яркий объект на ночном небе, второй по яркости объект на земном небосводе после Солнца и пятый по величине естественный спутник планеты Солнечной системы. Единственный естественный спутник Земли.

Форма Луны очень близка к правильной сфере со средним радиусом 1737,5 км., примерно в четыре раза меньше Земли. Среди других естественных спутников Луна занимает по размерам пятое место в Солнечной системе (СС). Интересно, что и сама Земля – пятая среди планет СС по массе и размерам.



Это мозаичное изображение Земли и Луны было сделано космическим кораблем НАСА NEAR ("Встреча с астероидами вблизи Земли") в 1998 г. Земля и Луна на картинке изображены соответственно их реальным размерам с расстояния 400 тысяч км. Яркость Луны увеличена в пять раз, чтобы она была лучше видна. Площадь поверхности лунного шара составляет около 38 млн. кв. км, что составляет лишь 7,4% площади земной поверхности. Объем лунного шара

равен 22 млрд. куб. км или 2% от объёма Земли. Масса Луны меньше массы Земли в 81 раз. (Т.к. масса Земли равна $6 \cdot 10^{24}$ кг, то масса Луны составит $7,4 \cdot 10^{22}$ кг.) Зная размеры и массу Луны, можно подсчитать её среднюю плотность – 3,34 г/см³, что значительно меньше средней плотности Земли (5,52 г/см³). Сила тяжести на Луне в шесть раз меньше, чем на Земле, поэтому человек, находясь на её поверхности, будет ощущать, что его тело утратило значительную часть своего веса.

У Луны практически отсутствует магнитное поле, но отдельные участки поверхности, например окрестности Моря Дождей на видимой стороне, отличаются повышенной намагниченностью пород.

ЛУНА в цифрах

Среднее расстояние от Земли 384 400 км

Экваториальный диаметр 3476 км

Период вращения 27,3 суток

Период обращения (сидерический) 27,3 суток

Синодический период обращения 29,5 суток

Температура на поверхности от -170°C до $+130^{\circ}\text{C}$

Масса (Земля = 1) 0,0123

Средняя плотность вещества (вода = 1) 3,34

Сила тяжести на поверхности (Земля = 1) 0,1653

Альбедо (среднее) 0,12

Среднее расстояние между центрами Земли и Луны — 384 467 км (0,002 57 а. е.).

Первая попытка определить расстояние до Луны была предпринята крупнейшим астрономом древнего мира Гиппархом (190—125 гг. до н. э.).

По относительной продолжительности последовательных фаз лунного затмения было выяснено что расстояние Земля — Луна изменяется в пределах от 56 до 64 земных радиусов

Более совершенный способ определения космических расстояний основан на измерении так называемого параллактического смещения.

Видимое смещение более близкого объекта на фоне значительно более далеких объектов при перемещении наблюдателя с одного конца некоторой базы на другой ее конец и есть параллактическое смещение, расстояние же между точками, из которых наблюдается предмет, называется базисом.

Впервые параллакс Луны был измерен лишь в 1752 г, когда и телескопы и микрометры, измеряющие угловые расстояния на небесной сфере, стали достаточно совершенными.

Лаланд и Лакайль, два известных французских астронома, одновременно наблюдали Луну из двух обсерваторий. Расстояние между ними (базис) было значительным (рис. 1). Одна из обсерваторий находилась в Берлине (точка А), другая на Мысе Доброй Надежды (точка В).

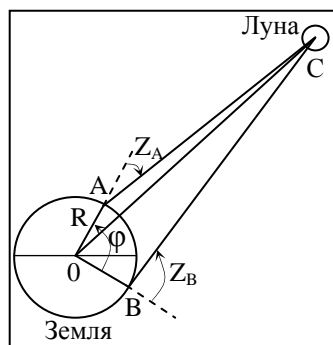


Рис.1

Астрономы измерили углы Z_A и Z_B — так называемые зенитные расстояния. Угол между радиусами Земли, проведенными в пункты наблюдения, равен разности географических широт этих пунктов.

Так как величина земного радиуса R была известна, в четырехугольнике $OBСA$ оставалось вычислить большую

диагональ ОС, равную расстоянию между центрами Земли и Луны, — задача, доступная школьникам старших классов.

Метод, примененный впервые Лаландом и Лакайлем, позже использовался и другими астрономами. Оказалось, что среднее расстояние между центрами Земли и Луны равно 384 400 км, что почти 30 раз больше земного поперечника.

Казалось бы, движения Луны очень просты: вращение вокруг оси и обращение вокруг Земли.

К этим двум движениям можно также прибавить и третье — обращение Луны вместе с Землей вокруг Солнца.

Это главные, простейшие из лунных движений. Кроме них, есть множество «второстепенных», учет которых, однако, совершенно необходим.

Движения Луны сложны еще и потому что: лишь в первом, самом грубом приближении орбиту Луны можно считать окружностью. На самом деле это эллипс, в одном из фокусов которого находится центр Земли.

Ближайшая к Земле точка лунной орбиты называется перигей, самая удаленная — апогей. В момент прохождения Луны через перигей ее центр отстоит от центра Земли на расстоянии 363 260 км.

На земном небе видимые размеры Луны становятся наибольшими — ее поперечник достигает 32' 52". В данном случае говорят о наблюдении Суперлуния.

На Фото 2 вид Луны слева – в момент Суперлуния.

Наоборот, в апогее, когда Луна удаляется от Земли до расстояния 405 500 км, в этом случае видимый диаметр лунного диска сокращается, на фото вид Луны справа.



Фото 2 .Снимки Луны максимального возможного видимого размера слева и минимального размера. Разница в 16 %.

19 марта 2011 года расстояние между Луной и Землей составило 356,6 тысячи километров. На такое расстояние наша планета и ее спутник не сближались с 1992 года. Как сообщало NEWSru.com, 19 марта 2011 года Луна сблизится с Землей примерно на 7 тысяч километров ближе, чем обычно. Среднее расстояние до Луны в момент, когда она находится в ближайшей к Земле точке своей орбиты, составляло 363,26 тысячи километров).

Как правило, подобные «суперлуния» случаются каждые 20 лет. В предыдущий раз «суперлуние» было в 1992-м.

О том, способны ли «суперлуния» вызывать на нашей планете землетрясения, засухи и ураганы, спорит сегодня практически весь научный мир. Спор этот длится уже несколько десятилетий. Одни ученые заявляют: «Это возможно». Другие говорят, что это - полная чушь.

Есть и более интересный вопрос чем вопрос о том вызывают ли «суперлуния» катастрофы на нашей планете.

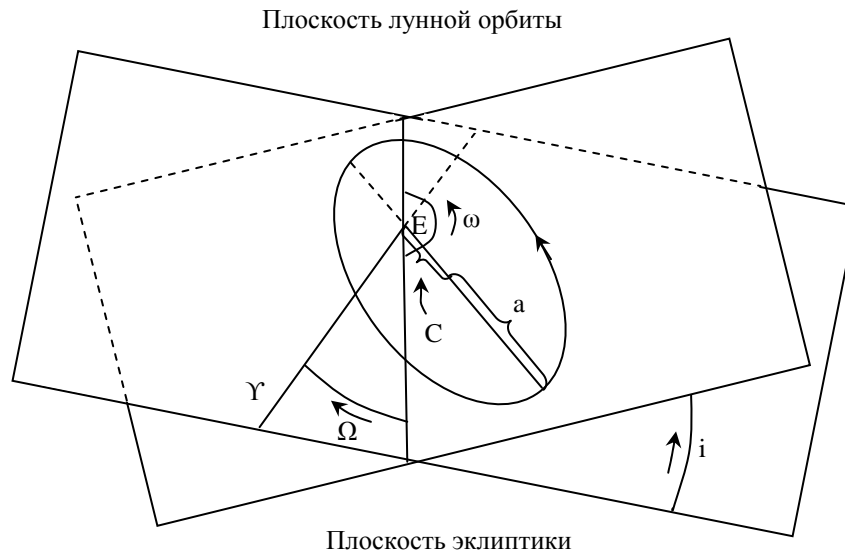


Рис. 2. Элементы лунной орбиты:

a — большая полуось; i — наклонение к эклиптике; Ω — долгота восходящего узла - ω — расстояние от восходящего узла до перигелия; точка E — фокус орбиты Луны; c — расстояние от центра лунной орбиты до фокуса (до $29'28''$).

Расстояние от Земли до Луны меняется непрерывно. Амплитуда этих колебаний (4250(км)) Эти изменения стоит учитывать и при наблюдении вспышечных процессов, поскольку изменение расстояния между Луной и Землей влияет и на размеры видимой и невидимой части Луны.

Конечно, более существенно влияет на освещенность Луны то, в какой фазе в данный момент времени находится Луна. На рисунке 3 показаны различные положения Луны на ее орбите и снизу подписаны фазы Луны. Так как Солнце очень далеко от Земли, то солнечные лучи, падающие на Луну, почти параллельны, и поэтому Солнце всегда освещает

ровно половину лунного шара. Но это освещенное полушарие Луны с Земли мы видим по-разному.

Когда Луна находится между Землей и Солнцем, но не заслоняет собой солнечный диск, земному наблюдателю Луна не видна. Эта фаза Луны называется новолунием. Спустя 1—2 дня после новолуния в лучах вечерней зари появляется узенький серпик «молодой», растущей Луны. С каждым вечером этот серпик утолщается, и спустя примерно неделю после новолуния наступает первая четверть. В этой фазе Луна выглядит светлым полукругом, обращенным выпуклостью вправо. Далее Луна продолжает расти, и еще спустя неделю наступает полнолуние, когда земному наблюдателю становится видно все освещенное полушарие Луны.

После полнолуния смена лунных фаз происходит в обратном порядке. Луна «ущербляется» справа, через неделю наступает последняя четверть (светлый полудиск с выпуклостью, обращенной влево), а затем «старая» Луна становится похожей на букву «С» и, с каждым днем приближаясь на небе к Солнцу, и в конце концов Луна теряется в лучах утренней зари.

Договоримся впредь край лунного диска называть лимбом, а границу между освещенной и неосвещенной частями лунного шара — терминатором. Из-за неровностей лунной поверхности терминатор не всегда имеет правильную форму полуэллипса. «Зазубрины» терминатора иногда различимы даже невооруженным глазом (серп Луны «с носом»), в бинокль же и телескоп они видны всегда.



Рис. 3. Смена фаз Луны.

Коротко говоря, по освещенности фазы определяют так:

- новолуния (диск полностью тёмный)
- первой четверти (растущий лунный серп имеет форму полудиска)
- полнолуния (диск освещён полностью)
- последней четверти (освещено вновь ровно полдиска, только с другой стороны)

Вообще, фазу принято выражать в десятых и сотых долях единицы, причём новолунию будет соответствовать фаза 0, полнолунию – 1, первой и последней четвертям – 0,5.

Фаза Луны		Время видимости	В какой стороне неба видна
Новолуние	$\Phi = 0$	Не видна	
Первая четверть	$\Phi = 0,5$	Вечер, первая половина ночи	Запад
Полнолуние	$\Phi = 1$	Вся ночь	Противоположно Солнцу
Последняя четверть	$\Phi = 0,5$	Вторая половина ночи, утро	Восток

Фаза $\Phi = \frac{d}{D}$

Когда серп Луны достаточно узок, часто удается наблюдать пепельный свет Луны — слабое свечение её неосвещенной части. Собственно при этом мы видим свет не Луны, а Земли, рассеянный лунной поверхностью. Любопытно, что, когда к Луне обращен Тихий океан, пепельный свет приобретает заметный голубоватый оттенок, а когда Земля повернута к Луне Азиатским континентом, пепельный свет становится желтоватым. Таким образом в «кривом» шероховатом лунном зеркале отражаются цвета нашей планеты.

Чем более узок серп Луны, тем меньше освещенность остальной части Луны на которой можно наблюдать вспышки на Луне, во время прохождения метеорных потоков или прилунения космических аппаратов, следовательно тем лучше условия для наблюдения вспышек.

Обращаясь вокруг Земли, Луна перемещается на фоне созвездий, за сутки смещаясь к востоку примерно на 13° . Промежуток времени, за который Луна совершает полный оборот вокруг Земли, называется сидерическим месяцем. Он равен 27,3 земных суток. Полный цикл изменения лунных фаз занимает несколько больший промежуток времени. Он называется синодическим месяцем и равен 29,5 земных суток.

Причина, по которой сидерический месяц не равен синодическому, достаточно ясна. Когда Луна, завершив полностью оборот вокруг Земли, снова вернется в прежнее положение относительно звезд, Солнце (благодаря орбитальному движению Земли) сместится на небе к востоку и, следовательно, фаза Луны будет иной, чем в начале сидерического месяца. Лишь через два с небольшим земных дня Луна, догоняя Солнце в их видимом движении по небосводу, снова достигнет первоначальной фазы и тем самым синодический месяц будет завершен.

Если бы не было никаких лунных неравенств, путь Луны на фоне звездного неба всегда был одним и тем же. На самом

деле, строго говоря, он никогда не повторяется и можно отметить лишь тот пояс созвездий, через которые может пройти (а иногда проходит) Луна. В этот пояс, кроме зодиакальных созвездий (Рыбы, Овен, Телец, Близнецы, Рак, Лев, Дева, Весы, Скорпион, Стрелец, Козерог, Водолей), входят и некоторые созвездия, граничащие с ними.

Условия видимости Луны зависят и от сезона.

Например, зимой, когда суточный путь Солнца в северных широтах невысок над горизонтом, полная Луна, противостоящая на небе Солнцу, наоборот, около полуночи ярко сияет высоко в небе. Летом же наблюдается обратная картина — видимый путь полной Луны над горизонтом очень низок. Для всех сезонов восход полной Луны совпадает с заходом Солнца и, наоборот, с восходом Солнца уходит под горизонт полная Луна.

Зная, как располагаются на небе видимый годовой путь Солнца и видимый месячный путь Луны, можно, например, сообразить, что «молодая» Луна лучше всего видна в весенние вечера — тогда ее суточный путь над горизонтом высок и длинен. Наоборот, в осенние вечера «молодая» Луна поднимается над горизонтом невысоко и заходит рано. Желаящие самостоятельно наблюдать Луну сведения о ее видимости смогут найти не только в астрономических ежегодниках, но и в обычном отрывном календаре, где указываются на каждый день фаза Луны и время ее восхода и захода.

На светлой поверхности лунного диска глаз без труда различает сероватые пятна постоянных очертаний — так называемые лунные «моря». То, что они всегда одинаковы, было подмечено еще в древности. Этот факт свидетельствует о том, что Луна всегда обращена к нам одним и тем же полушарием. Второе, не видимое с Земли, полушарие стало доступным изучению лишь с помощью космических аппаратов.

Период полного оборота Луны вокруг оси 27 суток можно назвать лунными звездными сутками, так как движение Луны в этом случае рассматривается относительно звезд. Солнечные же сутки на Луне несколько длиннее, и они, как нетрудно сообразить, равны синодическому месяцу (29 земных суток). Действительно, в этом случае по завершении солнечных суток терминатор возвращается в исходное положение, а значит, повторяется первоначальная лунная фаза.

Таким образом, солнечные сутки на Луне длятся почти месяц, а день почти — по две земные недели. Эта особенность лунного мира приводит к тому, что поверхность Луны периодически испытывает длительный нагрев, сменяющийся столь же продолжительным охлаждением.

Казалось бы, из синхронного движения Луны неизбежно следует, что земному наблюдателю всегда доступна лишь половина лунной поверхности. На самом деле это не совсем так.

По некоторым причинам, которые мы сейчас рассмотрим, Луна слегка «покачивается», чуть-чуть приоткрывая нам часть невидимого своего полушария. Благодаря этому «покачиванию» или либрации земной наблюдатель видит не половину, а около 60% всей лунной поверхности. Различают четыре типа либрации:

1. Либрация по долготе. Она вызвана тем, что вращение Луны вокруг оси совершается равномерно, а обращение Луны вокруг Земли по эллипсу происходит неравномерно (второй закон Кеплера).

Из-за этого создается впечатление, что Луна слегка покачивается, попеременно приоткрывая земному наблюдателю то восточную, то западную часть своего невидимого полушария. В течение сидерического месяца вид краевых зон Луны заметно меняется, что легко проверить, наблюдая Луну хотя бы в бинокль. Наибольшее значение либрации по долготе составляет $+7^{\circ}45'$.

2. Либрация по широте. Плоскость лунного экватора образует с плоскостью земной орбиты угол $1^{\circ}32'$, а плоскость лунной орбиты наклонена к плоскости земной орбиты под углом, близким к 5° . Следовательно, наклон лунного экватора к лунной орбите составляет $6^{\circ}5'$. При обращении вокруг Земли ось вращения Луны перемещается в пространстве параллельно самой себе. По этой причине Луна периодически обращает к земному наблюдателю то северный полюс, то южный вместе с их окрестностями. Тем самым мы как бы «заглядываем» через полярные зоны в невидимое полушарие Луны. Либрация по широте достигает $\pm 6^{\circ}41'$ и благодаря ей становятся частично доступны около - полярные зоны обратной стороны Луны.

3. Параллактическая либрация. Все, что было сказано по поводу двух предыдущих либраций, относилось к воображаемому наблюдателю, помещенному в центр Земли. Реальный же наблюдатель находится на поверхности вращающейся Земли, которая переносит его из одной точки пространства в другую. Меняется положение наблюдателя, чуть-чуть изменяется и вид Луны. Даже, если бы Луна относительно центра Земли оставалась совершенно неподвижной, земному наблюдателю из-за вращения Земли она казалась бы слегка покачивающейся. Эта параллактическая либрация совсем невелика и не превышает $\pm 1^{\circ}$.

Все три перечисленные выше либрации в сущности имеют геометрический характер. Они связаны не с реальным «покачиванием» самой Луны, а с изменениями условий ее наблюдения.

Однако существует и настоящая физическая либрация. Она вызвана тем, что Луна (как и Земля) имеет форму не идеального шара, а трехосного эллипсоида. Правда, отклонения Луны от шарообразной формы очень невелики — направленный к Земле радиус Луны превосходит

перпендикулярные к нему радиусы всего на несколько километров.

Но все-таки вытянутость Луны в направлении к Земле существует. Большая ось лунного эллипсоида при обращении Луны вокруг Земли периодически выходит из положения своеобразного «равновесия» и становится направленной не к центру Земли, а слегка в сторону. Но тяготение Земли старается привести лунный эллипсоид в устойчивое положение. В итоге возникают настоящие физические колебания Луны, правда, с очень маленькой амплитудой — физическая либрация не превышает +2".

Лунный свет кажется нам очень ярким. Но Луна кажется в темные ночи ослепительно яркой лишь по контрасту с черным фоном ночного неба — днем Луна выглядит куда менее эффектно.

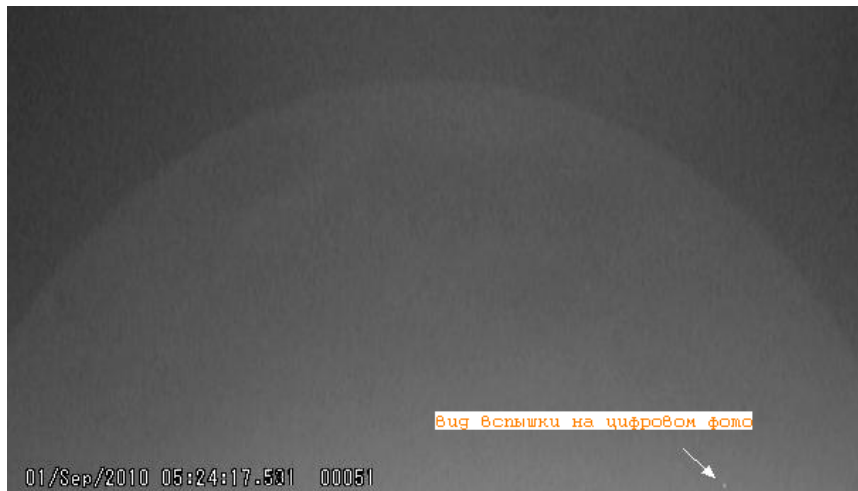
На самом деле Луна — очень плохое «зеркало».

Она отражает лишь 7% падающего на нее солнечного света. По своим отражательным способностям Луна напоминает сухой чернозем, мокрый суглинок и очень темные горные породы типа базальта и диабазы. Иначе говоря, в целом Луна темно-серая, а не ослепительно серебристая, какой кажется нашим, подверженным различным оптическим обманам, глазам.

Если изучить более детально, как отражает Луна лучи разного цвета, то окажется, что с увеличением длины волны отражательная способность лунной поверхности возрастает. Так, например, Луна отражает 4% падающих на нее фиолетовых лучей, 7% желтых и 9% красных. Вещество с такими оптическими свойствами воспринимается нашим глазом, как темно-серое с коричневатым оттенком.

При наблюдениях Луны в телескоп поверхность Луны кажется припорошенной серокоричневой рыхлой цементной пылью.

2. Вспышки на Луне.



Общие сведения о вспышечных процессах на Луне.

В настоящее время интерес к наблюдениям вспышечных процессов на Луне возрос многократно, относительно времени начала массовых наблюдений наблюдений в 60 годы прошлого столетия.

Прагматический смысл наблюдения вспышечных процессов заключается в том, что оценка интенсивности оптического излучения во время вспышечных процессов путем проведения оптических наблюдений Луны и оценка потока метеороидов во время активности основных метеорных потоков по интенсивности и частоте оптических вспышек на Луне позволит оптимизировать будущие системы наземного базирования, обеспечивающие непрерывный контроль за вспышками на лунной поверхности и столкновениями, до тех пор, пока лунная сейсмология станет доступной.

На оборудовании нашей обсерватории во время наблюдений возможна регистрация слабых вспышек вплоть до 9^m.

Определение максимальной частоты оптических вспышек на Луне позволяет оценить параметры основных метеорных потоков на лунной орбите, что важно для исследования тонкой структуры метеорных потоков.

Кроме лунных вспышек наблюдаемых во время метеорных потоков можно регистрировать и вспышки во время падений космических объектов на Лунную поверхность и это позволит оценить количество пыли, доставляемой в лунную атмосферу во время этих событий. Эти наблюдения важны для исследования основных механизмов, контролирующих содержание пылинок в лунной атмосфере.

Детектирование вспышечных процессов современными телескопами с малой (100 мм -360 мм) апертурой, в видимом диапазоне позволяет их использовать в качестве локализованных сейсмических источников.

Независимое определение времени и местоположение сейсмического источника - это решающее преимущество для инверсии сейсмограмм, и анализ может быть далее улучшен, если параметры столкновений (масса, скорость) могли бы быть определены при наземных наблюдениях

Для большей точности и достоверности наблюдений регистрация вспышек должна производиться из двух или более чем двух географически удаленных обсерваторий. Наша обсерватория проводила наблюдения Лунной поверхности при прохождении метеорного потока Геменид в 2011 году.

Группой исследователей из ГАИШ МГУ также проводились оптические и радионаблюдения Луны.

Попытки проводить совместные наблюдения предпринимались и в дальнейшем мы планируем согласовывать нашу работу с другими обсерваториями.

Проверка наблюдений на соответствие в настоящее время осуществляется при сверке наших данных с сайтом НАСА, посвященным мониторингу вспышечных процессов <http://www.nasa.gov/centers/marshall/news/lunar/>

Современное состояние исследований вспышечных процессов на Луне.

Впервые вспышечные процессы на Луне оптическими методами обнаружены во время падений на Луну метеороидов во время метеорного дождя Леонид в 1999 году (Ortiz et al., 2000). В настоящее время в США ведется мониторинг падений метеороидов на Луну, в ходе выполнения данной программы каждый месяц регистрируется несколько падений метеороидов на Луну вплоть до 9^m (Cooke et al., 2007).

В России несколько раз планировалась организация оптического мониторинга Луны на территории России с помощью нескольких телескопов с апертурой от 20 до 50 см. Наша обсерватория готовила проект по данной тематике совместно с ГАИШ МГУ и Монгольской национальной обсерваторией. Работа в этом направлении будет продолжена.

3. Как наблюдать вспышки на Луне

Брайан Кадник, координатор секции LMIS ALPO
Перевод Михаила Ощепкова

С тех пор как 18 ноября 1999 г. впервые был надежно зарегистрирован удар метеорита по лунной поверхности, данный увлекательный раздел наблюдательной астрономии обрел подлинное рождение.

Попытки обнаружить взрывы метеоритов на Луне делались и в сороковые, и в пятидесятые, и в шестидесятые годы, но ни одно тогдашнее наблюдение не получило независимого подтверждения.

Считается, что яркая вспышка, замеченная монахами в XII веке, может быть связана с появлением кратера Бруно. Из более близких примеров можно упомянуть наблюдение Леона

Стюарта 1953 года, а также ряд сообщений о кратковременных лунных явлениях. И лишь на рубеже тысячелетий родилась новая область наблюдательной астрономии.

Назначением подразделения Ассоциации наблюдателей Луны и планет является координация наблюдений метеоритных ударов на Луне с целью обеспечения серьезных профессиональных исследований данного явления. Результаты любительских наблюдений послужат для составления каталога событий и получения ответов на ряд вопросов – как часто удается наблюдать вспышки на Луне, как связана частота ударов с прохождением Луны через основные метеорные потоки, что могут рассказать вспышки о самих метеоритах, какая из теоретических моделей наиболее адекватно описывает вспышки, каким образом наблюдения ударов на Луне могут дополнить изучение метеоров и, в более отдаленной перспективе, и насколько целесообразен мониторинг вспышек непосредственно с лунной орбиты. Известный ученый, Джин Шумейкер Шумейкер доказал, что большинство лунных кратеров имеет ударное, а не вулканическое происхождение. Поэтому наблюдение лунных вспышек имеет очень важное значение для изучения Луны.

Классификация наблюдений

Предлагаемая схема предназначена для оценки уровня достоверности наблюдений.

Подтвержденные удары: метеоритные удары, зафиксированные с точностью до 2° в лунных координатах и с точностью до двух секунд во времени, обнаруженные не менее чем двумя независимыми наблюдателями, удаленными на расстояние не менее 50 км. Достоверность 99%.

Частично подтвержденные удары: метеоритные удары, зафиксированные с точностью до 5° в лунных координатах и с точностью до пяти секунд во времени, обнаруженные не

менее чем двумя независимыми наблюдателями, удаленными на расстояние менее 50 км. Достоверность 95%.

Вероятные удары: удары, обнаруженные одним наблюдателем и имеющие характерные для вспышек наблюдательные характеристики – звездоподобная точка, появление и исчезновение которой показывают близкие кадры видеозаписи. Достоверность 80%.

Кандидаты: любые вспышки, замеченные единственным наблюдателем. Достоверность 50%.

Применяя указанные критерии, мы сможем лучше оценивать наблюдения и выделить события, связанные с истинными метеоритными ударами.

Вполне возможно, что накопление и сопоставление результатов разных наблюдателей позволит перевести некоторых «кандидатов» в «подтвержденные».

Руководство наблюдателя.

Для получения достоверных результатов чрезвычайно важно, чтобы событие было зафиксировано по меньшей мере двумя наблюдателями, из которых хоть один выполнил бы видеосъемку вспышки.

Хотя единичные наблюдения и обладают известной ценностью, только независимые наблюдения (желательно, из достаточно удаленных пунктов) обеспечивают надежное подтверждение события.

Ведется учет двух типов метеоритных ударов: удары, вызванные метеоритами из известных метеорных потоков и спорадические удары, обнаруженные на темной стороне Луны при наблюдениях пепельного света.

Луну рекомендуется наблюдать, когда она стоит на высоте не менее 20° над горизонтом, хотя при отличной видимости метеоритные вспышки могут быть замечены при высоте Луны

15° и даже 10°. Старайтесь избегать сильной засветки, либо выполняйте видеосъемку через инфракрасный фильтр. При съемке желательно иметь в кадре несколько звезд известной величины с целью оценки яркости возможной вспышки.

Основные требования к регистрации событий

Необходимо указывать точную дату и время события, что важно для сопоставления и подтверждения наблюдений. Следует использовать мировое время.

Мировое время UT отличается от Новосибирского времени на 7 часов. Назад. Если у нас например 21 час то Мировое время 14 часов.

Точное положение вспышки на Луне знать не менее важно. Желательно хотя бы указать, в каком море на темной стороне наблюдалось явление.

Должен быть указан применявшийся фильтр, поскольку цвет вспышки является одной из основных ее характеристик. Вспышки гораздо ярче в инфракрасной области, чем в видимой, и поэтому видеосъемка без фильтра оказывается существенно эффективней визуальных наблюдений, поскольку большинство видеоматриц чувствительны к ИК-излучению. Впрочем, большинство фильтров имеет широкую полосу пропускания в инфракрасном диапазоне.

Описание события должно быть как можно более детальным. Если вспышка наблюдалась визуально, то укажите, насколько уверенно она была видна, ориентировочную продолжительность вспышки, состояние атмосферы, состояние наблюдателя. Вследствие усталости иногда начинает мерещиться то, чего ждешь.

Весьма полезно знать, как выглядят звезды известной величины в ваш телескоп (что приходит с опытом). Визуальная оценка яркости вспышки по порядку звездной величины позволит более надежно сравнить результаты визуальных наблюдений и видеосъемки.

Это самые общие требования, а наблюдателям предлагается оформлять сообщения, заполняя стандартную форму. Рекомендуем тщательно изучить старые видеозаписи на предмет наличия вспышек. Если удастся подтвердить некоторые прежние события, то это также будет способствовать развитию новой области наблюдательной астрономии.

Даже неподтвержденные сообщения заслуживают анализа, который позволит точнее прогнозировать вероятность ударов во время метеорных ливней благодаря накоплению статистических данных.

Видеосъемка

Придется постараться, чтобы получить видеозаписи, обладающие научной ценностью. Записи позволяют изучить развитие вспышки во времени, а также выполнить надежное сопоставление с другими наблюдениями.

Кроме этого, оцифрованные записи можно привязать к координатной сетке и определить место удара с точностью до нескольких километров, тогда как точность визуальных наблюдений составляет в лучшем случае десятки километров. Матрица видеокамеры должна обладать высокой чувствительностью.

Подойдут, например, такие ПЗС-камеры, как Watec 902HS или AstroVid. Вдобавок потребуется хорошая видеокарта для ввода изображений в компьютер.

При съемке пригодится редуктор фокуса, позволяющий расширить поле зрения. Чрезвычайно важно выполнять точную регистрацию времени, например, осуществляя непрерывную запись радиосигналов

. Можно использовать и режим записи текущего времени на каждом кадре, только счетчик видеокамеры следует перед началом съемки выставить по сигналам точного времени.

Видеозапись, не имеющая привязки ко времени, мало чем сможет помочь в подтверждении метеоритного удара.

Для видеосъемки необходим телескоп с часовым приводом. Можно, конечно, попытаться снимать, непрерывно подкручивая винты точных движений вручную, но при этом изображение будет все время прыгать и размазываться (а в худшем случае вспышка вообще останется незамеченной). Легкое дрожание изображения иногда способствует различению сомнительных деталей при визуальных наблюдениях, но при съемке оно приводит к смазанному изображению

. Фокусироваться лучше по серпу, а затем вывести яркое изображение из поля зрения, чтобы наблюдать только ту часть Луны, которую освещает Земля.

В конце можно вновь навестись на серп, а затем выполнить съемку звезд сравнения различных спектральных классов, стоящих в небе примерно на той же высоте, что и Луна.

Это позволит оценить яркость вспышки при анализе записи. Желательно получить снимки не менее десятка разных звезд. Данную операцию следует повторять на каждом наблюдении, поскольку прозрачность атмосферы заметно меняется.

Чтобы выполнить оценку яркости вспышки, надо быть уверенным в том, что настройки камеры в ходе съемки не изменялись. Некоторые камеры автоматически меняют чувствительность или диафрагму, чтобы поддерживать нормальную экспозицию на дневном свете. Это помогает при съемке обычных сюжетов, но при астросъемке совершенно недопустимо.

Исключение может составить лишь яркий серп, а темную поверхность Луны и звезды сравнения следует снимать при одинаковых настройках.

Необходимо регистрировать и точное время съемки звезд, чтобы знать их высоту над горизонтом и оценить падение яркости вследствие атмосферного поглощения.

Почти наверняка на каждой видеозаписи обнаружится кандидат в возможные удары, а то и не один. Яркие точки могут появляться и в стороне от Луны.

Данные помехи вызываются космическими лучами, статическим электричеством, пропуском кадров и т.д. Иногда на первый взгляд их трудно отличить от настоящих метеоритных вспышек. Лучшим подтверждением в таких случаях может служить другая видеозапись, показывающая вспышку в том же месте и в то же время.

Пятна, вызванные космическими лучами, могут иметь не вполне правильную форму, по которой их можно распознать. Разного рода светлые черточки, полосы, множественные точки и удлиненные пятна не связаны с метеоритными ударами.

Пятна от космических лучей очень резкие (и остаются таковыми даже при расфокусировке телескопа), тогда как изображения звезд и звездоподобных вспышек размыты атмосферой.

Повторим, что лучшим способом подтвердить вспышку является наличие по меньшей мере двух независимых наблюдений, выполненных из достаточно удаленных пунктов.

Прогнозы метеоритных бомбардировок Луны

На странице секции LMIS ALPO имеются схемы ожидаемой плотности бомбардировки Луны во время предстоящих метеорных ливней. При расчетах учитывается ожидаемая плотность метеорного потока, положение Луны и направление ее бомбардировки.

Время, указанное на схемах, соответствует наилучшим условиям наблюдения Луны при прохождении через поток вблизи его максимума. Показана область возможной бомбардировки и положение терминатора. Плотность точек на схемах отвечает ожидаемой вероятности метеоритных ударов.

Главные метеорные потоки в 2012 году:

Таблица визуальных метеорных потоков. Детали этой таблицы исправлены согласно информации ИМО. Даты в скобках соответствуют датам действия радиантов, но не отражают точный максимум. Некоторые метеорные потоки имеют переменное ZHR (зенитное часовое число), которое изменяется от года к году. Звездочка (*) указывает, что поток может иметь другие или дополнительные пики активности...
Дополнительные пояснения (V, r, l, ZHR ...):

Метеорные потоки				Активность			Максимум	
Радиант	V	r	ZHR	ИМО	Период	Дата	1	альфа дельта
Название								
код								
Квадрантиды					Янв 01-Янв 05	Янв 04	283.16	230
+49 41 2.1 120 QUA								
дельта-Канцириды					Янв 01-Янв 24	Янв 17	297	130
+20 28 3.0 4 DCA								
Виргиниды					Янв 25-Апр 15	(Март 24)(004)	195	
-04 30 3.0 5 VIR								
Лириды					Апр 16-Апр 25	Апр 22	032.1	271
+34 49 2.1 18 LYR*								
эта-Аквариды					Апр 19-Май 28	Май 06	045.5	338
-01 66 2.4 60 ETA								
Июньские Боотиды					Июнь 26-Июль 02	Июнь 27	095.7	
224 +48 18 2.2 пер. JBO*								
Пегасиды					Июль 07-Июль 13	Июль 09	107.5	340
+15 70 3.0 3 JPE								

Южные дельта-Аквариды	Июль 12-Авг 19	Июль 27	125
339 -16 41 3.2 20 SDA			
альфа-Каприкорниды	Июль 03-Авг 15	Июль 30	127
307 -10 23 2.5 4 CAP			
Персеиды	Июль 17-Авг 24	Авг 12	140.0 046
+58 59 2.6 100+ PER*			
каппа-Цигниды	Авг 03-Авг 25	Авг 18	145 286
+59 25 3.0 3 KCG			
альфа-Ауригиды	Авг 25-Сент 08	Авг 31	158.2 084
+42 66 2.6 7 AUR			
дельта-Ауригиды	Сент 05-Окт 10	Сент 09	166.7
060 +47 64 2.9 5 DAU*			
Писциды	Сент 01-Сент 30	Сент 20	177 005 -
01 26 3.0 3 SPI			
Дракониды	Окт 06-Окт 10	Окт 08	195.4 262
+54 20 2.6 пер. GIA*			
Ориониды	Окт 02-Нояб 07	Окт 21	208 095
+16 66 2.5 23 ORI*			
Южные Тауриды	Окт 01-Нояб 25	Нояб 05	223
052 +13 27 2.3 5 STA			
Северные Тауриды	Окт 01-Нояб 25	Нояб 12	230
058 +22 29 2.3 5 NTA			
Леониды	Нояб 14-Нояб 21	Нояб 17	235.27 153
+22 71 2.5 50+ LEO*			
альфа-Моноцеротиды	Нояб 15-Нояб 25	Нояб 21	239.32 117 +01 65 2.4 пер. АМО
Геминиды	Дек 07-Дек 17	Дек 14	262.2 112
+33 35 2.6 120 GEM			
Урсиды	Дек 17-Дек 26	Дек 22	270.7 217
+76 33 3.0 10 URS			

Такие "экзотические" названия потоков происходят от латинского названия созвездия, в котором находится радиант метеорного потока (мнимая точка или малая область на небе, в которой сходятся продолженные назад пути метеоров).

Оформление результатов наблюдений

Стандартная форма разбита на две части: рапорт наблюдателя и контурная карта Луны с указанием морей.

В рапорте вначале указываются имя и адрес наблюдателя, а также координаты наблюдательной площадки или обсерватории, которые для данных задач вполне достаточно знать с точностью порядка угловых минут.

Дату, время начала и окончания съемок следует указывать, используя мировое время. Новосибирское время отличается от мирового времени UT на 7 часов. Если в одну ночь было получено несколько видеозаписей, то их можно последовательно перечислить на бланке. Один бланк на каждую дату наблюдений.

Далее сообщаются сведения об инструменте (телескоп или бинокль, оптическая схема, апертура, относительное отверстие, применявшиеся увеличения) и методе наблюдений – визуальный (перечислить окуляры и фильтры) или видеосъемка. В последнем случае надо указать марку видеокамеры и формат видеозаписи.

Состояние атмосферы оценивается по 10-балльной шкале: балл 1 соответствует отвратительным условиям, когда изображения звезд непрерывно дрожат и расплываются, а 10 баллов отвечают превосходным устойчивым изображениям. Прозрачность атмосферы оценивается по предельной визуальной звездной величине – насколько слабые звезды были видны невооруженным глазом. Указывается имевшая место облачность (ясно, дымка, отдельные облака, переменная, разрывы в облаках) и при необходимости даются дополнительные комментарии.

Следует перечислить все вероятные вспышки, обнаруженные при наблюдениях. Если время вспышки известно неточно, то за ним ставится двоеточие (например, 10:23: UT). Если событие наблюдалось визуально, то желательно дать оценку личного времени реакции. Степень

уверенности в факте вспышки оценивается в диапазоне от 10% (если уверенность ниже 10%, то сообщать незачем) до 100%. В случае визуальных наблюдений данная оценка показывает, насколько явно была видна вспышка и не померещилась ли она. При анализе видеозаписи оценка показывает, насколько надежно вспышка отличается от помех. В комментариях указываются примерная яркость вспышки (в звездных величинах), ее цвет и продолжительность (в секундах и долях секунды). Если в ходе наблюдений видимость заметно изменялась, то это также стоит отметить.

Контурная карта Луны предназначена специально для визуальных наблюдателей, хотя и те, кто выполнял видеосъемку, могут использовать ее для селенографических пометок. Чтобы схема полностью уместилась на листе бумаги, распечатывать ее удобнее из какой-нибудь графической программы, а не из браузера. На каждые наблюдения лучше брать свежую карту. Пока глаза не адаптировались к темноте, на карту можно нанести положение терминатора и основных кратеров в наблюдаемом районе. Детальных зарисовок выполнять не требуется, - карта нужна лишь для примерного указания места вспышки.

Визуальным наблюдателям желательно вооружиться диктофоном и радиоприемником для записи сигналов точного времени. [Станция RWM в Москве работает круглосуточно на частотах 4996 кГц, 9996 кГц и 14996 кГц (т.е. 60, 30 и 20 метров соответственно) – прим. ред.]. Запись сигналов должна идти непрерывно, а в момент вспышки надо издать короткий возглас – «бух!», «бац!» и т.п. Будучи записанным поверх сигналов, возглас позволит установить точное время события. Полезно заранее оценить личное время реакции. После вспышки следует надиктовать необходимые комментарии – яркость, цвет, примерное положение и степень уверенности. Несмотря на то, что идет запись сигналов, стоит отметить и время с точностью до минуты, что поможет при

дальнейшем ее анализе, особенно в случае регистрации нескольких метеоритных ударов.

4. Автоматизированная система наблюдения.

Прежде всего, для того что бы впервые приступить к наблюдениям вспышечных процессов на Луне нам необходимо посмотреть на фото стр. 9 и вспомнить определения лимба и терминатора: край лунного диска- лимб, а граница между освещенной и неосвещенной частями лунного шара — терминатор. Из-за неровностей лунной поверхности терминатор не всегда имеет правильную форму полуэллипса. «Зазубрины» терминатора иногда различимы даже невооруженным глазом.

Примерно такое же изображение нужно отслеживать на экране монитора в пультовой обсерватории при работе камеры и телескопа.

Следует оставлять в поле зрения камеры наименьшую часть освещенной Луны. То есть терминатор должен находится на самом краю поля зрения камеры. Если автоматизированная экваториальная монтировка телескопа не справляется и не отслеживает движение Луны и лимб становится больше а терминатор «уползает» из поля видимости на мониторе, наблюдателю следует вручную поправить положение телескопа, согласовывая свою корректировку с указаниями оператора, следящего за терминатором на экране монитора.

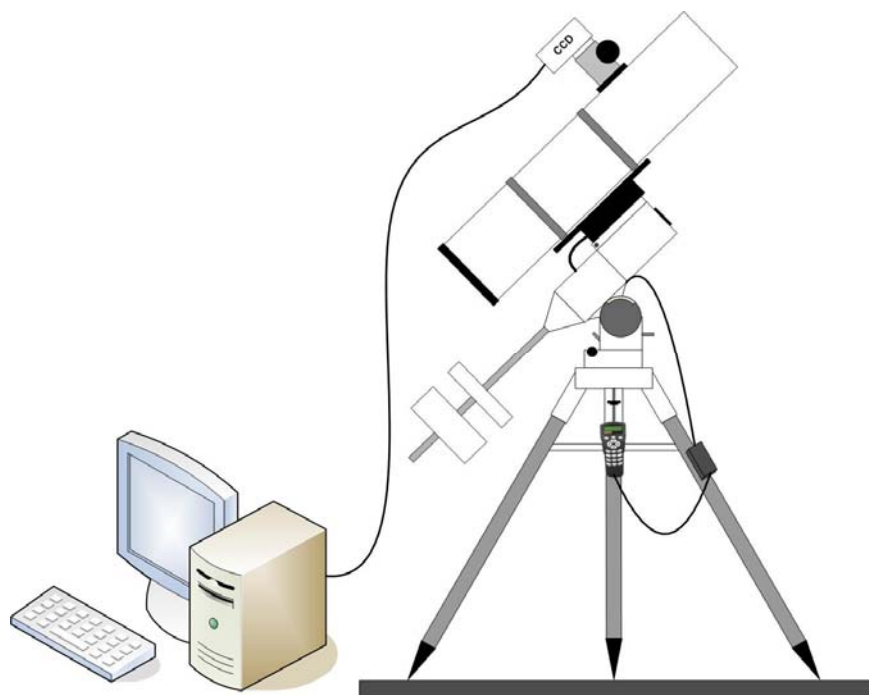


Схема подключения оборудования



Процесс наблюдения за Лунной поверхностью в течении нескольких часов достаточно утомителен, поэтому для слежения за поверхностью необходимы по крайней мере 2

оператора, с тем что бы некоторое время для отдыха можно было выделить.

Надежных программных средств для идентификации именно вспышечных процессов в настоящее время не разработано, поэтому пока мониторинг изображения на экране является наиболее надежным способом обнаружения вспышек. В дальнейшем мы планируем разработку специального программного обеспечения для распознавания вспышек в архиве видеофайлов.

Файлы записанные во время наблюдения можно просматривать с большим контрастированием после прохождения метеорных потоков, с тем что бы уточнять полученные результаты. Особое внимание при повторном просмотре следует обратить на файлы, полученные в то время, которое указано как время вспышек наблюдателями других обсерваторий. Сайты для просмотра указаны в конце пособия, в Списке Литературы и ссылок.

Основной сайт по мониторингу вспышек на Луне:

<http://www.nasa.gov/centers/marshall/news/lunar/>

На этом сайте на первой странице размещается таблица последних наблюдений с указанием обнаруженных вспышек и указанием времени обнаружения вспышек. Возможно при более внимательном просмотре архива видеофайлов вам удастся найти более светлое пятнышко на темном Лунном диске, подобное вспышке, зафиксированной в 2010, фото на стр 16.



Файл 13_12, вырезанный из видеопотока наблюдений 21.06.2010,

Терминатор на данном файле находится несколько выше, чем необходимо, при таком положении засветка кадра мешает наблюдениям. Но в начале записи приходится использовать такое изображение, поскольку иначе определить с контуром всего изображения бывает затруднительно. Темный край Луны трудно различим на темном небе. Особенно если наблюдать в последние дни перед Новолунием.

Для нахождения вспышек конечно последние дни более удобны чем менее освещена Луна тем легче обнаружить яркие искры вспышек.

Вспышки на Луне представляют собой ни что иное как искры, выбиваемые метеороидным веществом (или другим

космическим веществом- обломки спутников и т.д) из твердых пород Лунного грунта.

Атмосферы на Луне нет , поэтому зачастую происхождение Лунных вспышек ставит в тупик некоторых начинающих астрономов любителей.

Правильное положение терминатора на мониторе должно быть таковым , чтобы край терминатора находился по самому краю поля зрения камеры. Что бы засветка была минимальной и можно было использовать камеры, позволяющие наблюдать слабые сигналы.

Для наблюдений можно использовать те CCD камеры, которые позволяют получать хорошее качество изображения поверхности Луны с хорошим разрешением, в том ценовом классе камер, которое доступно.

Нами использовалась камера Lumenera Lu 175, Размер пиксела которой 5.2 мкм , сенсор монохромный, поскольку в данных наблюдениях главным является контрастность получаемого изображения, цвет изображения не входит в задачу исследования.

Подробнее о параметрах камеры в Приложении 1.

5. Что и когда наблюдать на Луне. Лунная топография.

Подробные инструкции по наблюдениям Луны можно найти в «Справочнике любителя астрономии» П. Г. Куликовского, постоянной части «Астрономического календаря» и в ссылках указанных в конце пособия в разделе Справочная литература и ссылки. В данном пособии мы ограничимся лишь краткими указаниями. Для знакомства с главными лунными морями оптические инструменты не требуются — их легко различает невооруженный глаз. В бинокль, особенно призматический, хорошо видны все лунные моря, а также крупнейшие из кратеров и горных цепей. Хорошо различимы светлые лучи, расходящиеся от кратера Тихо. Другие кратеры, окруженные ореолом светлых лучей, выглядят в бинокль яркими светлыми точками.

Подробное изучение лунных деталей можно осуществить с помощью телескопов с диаметром объективов 60 или 80 мм. Пригодны для этой цели и другие оптические инструменты типа телескопов (например, биноклярные трубы).

Следует заметить, что лунные детали особенно хорошо различимы вблизи терминатора (границы светлой и темной части диска Луны). Самое неудачное время для изучения лунного рельефа — полнолуние, когда лунные горы и кратеры почти не отбрасывают тени. В качестве масштаба, позволяющего судить о размерах лунных образований, можно ваять кратер Коперник, поперечник которого равен 90 км.

Начинать изучение лунной топографии можно со второго дня после новолуния. В это время Луна в виде узкого серпа хорошо видна на фоне вечерней зари. Из лунных морей можно различить вблизи лимба (края лунного диска) Море Смита, Краевое и Южное Моря. Обращает на себя внимание огромный кратер Гаусс (диаметр 133 км) и меньшие кратеры Сенека, Плутарх, Непер. Любопытен кратер Костнер с

темным дном — черта, характерная для некоторых, преимущественно крупных кратеров.

На третий день после новолуния терминатор проходит по поверхности Моря Кризисов, где хорошо различимы береговые хребты и валы, покрывающие поверхность моря. Вблизи южного полюса Луны выделяется освещенная Солнцем горная цепь Лейбница, некоторые из вершин которой выше Эвереста (Джомолунгму). Из кратеров примечательны Лемопье (где работал советский «Луноход-2»), Клеомед с его полигональным валом, Эндимион с темным дном и огромные кратеры Фурнерий и Петавий.

На четвертый день Море Кризисов видно целиком. Это типичное кратерное море, по природе сходное с кратерами, имеющими темное дно. В узкой части «перешейка» между Морями Кризисов и Спокойствия виден очень яркий кратер Прокл, окруженный венцом светлых лучей. На частично видимой поверхности Моря Изобилия можно попытаться различить загадочные кратеры — близнецы Мессье, подверженные не вполне понятным изменениям (их диаметр близок к 10 км). Из крупных кратеров хорошо различимы Фабриций и Рейт. От последнего на 350 км тянется широкая долина Рейта — один из самых крупных тектонических разломов на Луне.

На пятый день после новолуния появляется тройка кратеров Феофил, Кирилл, Катарина, валы которых перекрывают друг друга, что свидетельствует о разном возрасте этих крупных образований (диаметр Феофила 105 км).

Весьма эффектно выглядит Луна на шестой день от новолуния. Терминатор проходит через середину Моря Ясности, на поверхности которого видно много крупных и длинных валов. Вблизи терминатора видна древняя горная область — лунный Алтай, бывший когда-то берегом исчезнувшего ныне лунного моря. Хорошо видны многие крупные кратеры (Геркулес, Жанссн, Плинии и др.), а из

небольших кратеров на поверхности Моря Ясности стоит разыскать знаменитый кратер Линней (диаметр 10 км), подверженный, как и кратеры-близнецы Мессье, загадочным изменениям.

Седьмой день после новолуния соответствует фазе Луны, именуемой первой четвертью. В этот день частично появляется мощная горная цепь, окаймляющая Море Дождей — лунные Апеннины и Альпы. Они тянутся на многие сотни километров и некоторые из вершин Апеннин вздымаются над поверхностью Моря Дождей на высоту около 5 км. Альпы менее высоки, чем Апеннины, и эту горную цепь прорезает глубокая и широкая Альпийская долина. Другой тектонический разлом — трещина, находящаяся вблизи кратера Триснеккер. Поблизости видна огромная трещина Гигин, пересекающая небольшой кратер того же названия. Вблизи середины терминатора выделяются исполинский кратер Гиппарх со множеством паразитных кратеров на своих валах. Хорошо видны также и другие крупные кратеры, из которых в районе Альп особенно заметны Аристотель и Евдокс.

Спустя день после первой четверти, на восьмой день, появляется тройка крупных кратеров — Птолемей, Альфонс и Арзахель. Первый из них имеет поперечник 157 км и в отдельных точках его вал поднимается над ровным дном на 2,3 к.к. Центральная горка Альфонса — действующий лунный вулкан, как это впервые в 1958 г. доказали наблюдения Н. А. Козырева и В. И. Езерского.

Над поверхностью Моря Дождей вблизи Апеннин находится место жесткого прилунения «Луны-2» — первой автоматической станции, достигшей Луны в 1959 г. На северном берегу Моря Дождей обращает на себя внимание огромный кратер Платон (диаметр 100 км), высота вала которого близка к 2 км. На дне Платона некоторые наблюдатели замечали изменчивые по форме, цвету и

положению детали, природа которых до сих пор остается неясной.

Южнее Платона на поверхности Моря Дождей видна одинокая гора Питон, а поблизости от Платона — горы Пико и Тенериф.

Когда Луна достигает «возраста» девять-десять дней, становится видным во всей своей красе кратер Коперник, один из самых, молодых и отлично сохранившихся лунных кратеров. Венец светлых лучей, его окружающих, по-видимому, один из признаков молодости лунных кольцевых гор. Высота вала Коперника в некоторых местах достигает 3,7 км. Столь же хорошо сохранился и уступающий Копернику в размерах кратер Эратосфен. Между этими двумя кратерами можно заметить полуразрушенный древний кратер Стадий.

В южной части Луны глазам наблюдателя предстает обширная, испещренная кратерами горная страна. Здесь виден кратер Тихо, светлые лучи которого тянутся на тысячи километров.

На одиннадцатый-двенадцатый день после новолуния появляется кратер Кеплер — уменьшенное подобие Коперника, также окруженный венцом светлых лучей. На сивере очень эффектно выглядит Залив Радуги — древний исполинский кратер, полупогруженный в Море Дождей. Диаметр этого бывшего кратера близок к 300 км.

Кратер Аристарх — самое яркое образование на Луне (его диаметр 50 км). Рядом с ним находится его двойник — кратер Геродот, а севернее их — знаменитая изломанная долина Шретера. Эта область на Луне, по-видимому, наиболее вулканически активна.

Перед полнолунием, т. е. на тринадцатый-четырнадцатый день после новолуния, на краю лунного диска появляются огромные кратеры О. Струве, Риччиоли, Гримальди, Дарвин. По существу это небольшие кратерные моря с темным дном. Первый из них — крупнейший кратер, видимый с Земли: его поперечник равен 255 км.

После полнолуния Луна начинает убывать и знакомые рельефы при ином освещении обнаруживают новые, невидимые прежде детали. Поэтому имеет смысл изучать топографию Луны не только между новолунием и полнолунием, но во всякое время, когда на небе видна Луна.

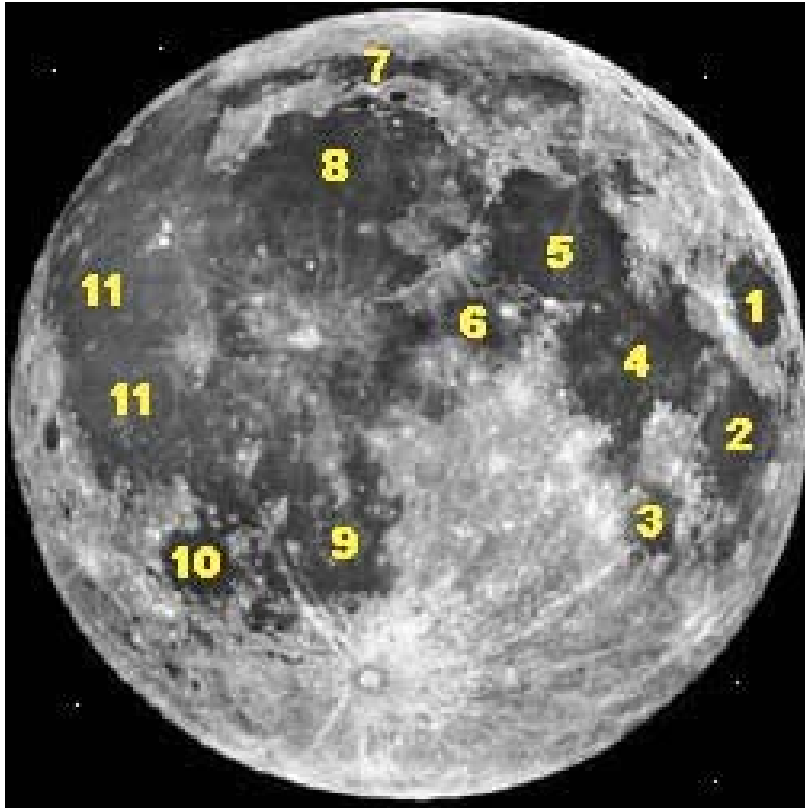


Фото Луны .

1 - Море Кризисов; 2 - Море Изобилия; 3 - Море Нектара; 4 - Море спокойствия; 5 - Море Ясности; 6 - Море Паров; 7 - Море Холода; 8 - Море Дождей; 9 - Море Облаков; 10 - Море Влажности , 11 - Океан Бурь

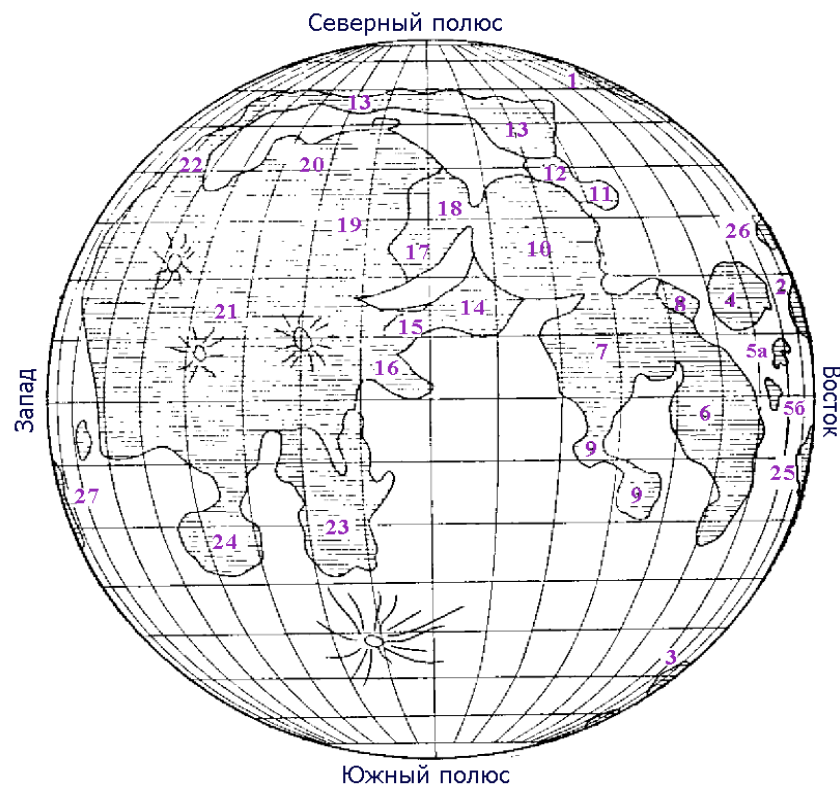


Рис. 3. Карта морей Луны (изображение прямое). Цифрами обозначены:

1 — Море Гумбольдта; 2 — Краевое Море; 3 — Южное Море; 4 — Море Кризисов; 5а — Море Волн; 5б — Море Пены; 6 — Море Изобилия; 7 — Море Спокойствия; 8 — Болото Сонное; 9 — Море Нектара; 10 — Море Ясности; 11 — Озеро Смерти; 12 — Озеро Сновидений; 13 — Море Холода; 14 — Море Паров; 15 — Залив Зноя; 16 — Залив Срединный; 17 — Болото Гнилое; 18 — Болото Туманное; 19 — Море Дождей; 20 — Залив Радуга; 21 — Океан Бурь; 22 — Залив Росы; 23 — Море Облаков; 24 — Море Влажности; 25 — Море Смита; 26 — Море Новое; 27 — Море Восточное.



Луна 9 сентября 2011 года, снимок Ольги Козыренко, обсерватория УААК КОФ ФФ

После полнолуния Луна начинает убывать и знакомые рельефы при ином освещении обнаруживают новые, невидимые прежде детали. Поэтому имеет смысл изучать топографию Луны не только между новолунием и полнолунием, но во всякое время, когда на небе видна Луна.

Интересна Луны и в момент Полного Лунного затмения, когда ее цвет изменяется от медного до багрово-красного и

топография Луны выглядит несколько иначе, очертания объектов становятся менее резкими, но вполне различимыми.

Солнечные лучи, проходящие по касательной к земной поверхности, рассеиваются в атмосфере Земли и за счёт этого рассеяния частично достигают Луны. Поскольку земная атмосфера наиболее прозрачна для лучей красно-оранжевой части спектра, именно эти лучи в большей мере достигают поверхности Луны при затмении, что и объясняет окраску лунного диска. По сути, это тот же эффект, что и оранжево-красное свечение неба у горизонта (заря) перед восходом или сразу после заката.



Луна в момент полного Лунного затмения 15.06.2011 года. Снято в обсерватории Вега УААК КОФ ФФ.

Примером автоматизации наблюдений за Лунной поверхностью может служить ОН ЛАЙН трансляция

Полного лунного затмения, которое состоялось 15 июня 2011 года. Это вторая наша трансляция после ПСЗ 2008

Лунное затмение 15 июня 2011 года было относительно редким лунным затмением, когда Луна проходила через центр тени Земли. Продолжительность этого затмения была приблизительно 1 час 40 минут.

Сама подготовка к этой трансляции заняла у нас уже много меньше времени, поскольку был накоплен опыт, и оборудование было подготовлено именно для наблюдений Луны, в процессе наблюдений Луны во время пролета метеорных потоков Геменид. Луну мы наблюдали с целью увидеть вспышки на ее поверхности, от какого либо метеороида, который угораздило бы попасть и на Лунную поверхность и в поле зрения наших камер... Эти многочасовые наблюдения поверхности Луны, выравнивание в поле зрения камер уползающего Терминатора, работа с телескопом на морозе в минус 30 градусов не показалась нам скучным времяпровождением, да и опыт оказался нужным для проведения ОН ЛАЙН трансляции Лунного Затмения.

Итак, что удалось: передача длилась с 22:30 - 04:10 nsk
или 19:30 - 01:10 msk

начало затмения 00:26 - 01:26 полутень
01:26 - 02:26 тень, 02:26 - 04:02 затмение
04:02 - 05:02 тень

ССЫЛКИ

на

ВИДЕОПОТОК

<http://deimos.nsu.ru/mooneclipse2011/s1.html>

<http://deimos.nsu.ru/mooneclipse2011/s2.html>

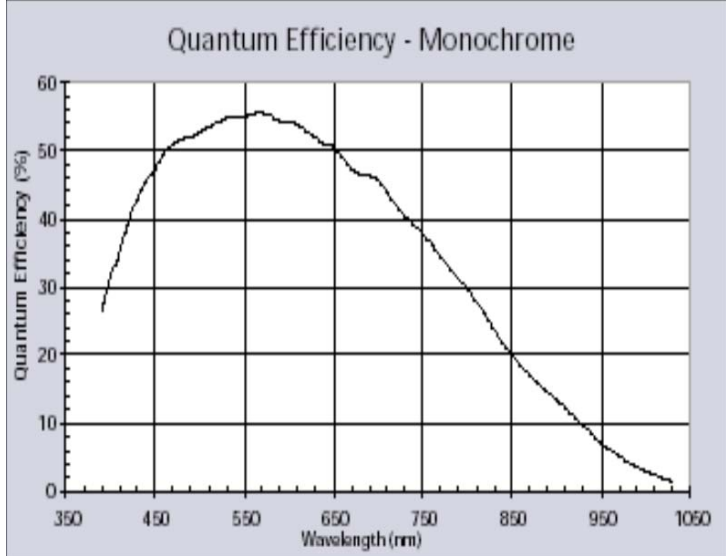
<http://deimos.nsu.ru/mooneclipse2011/s3.html>

Параметры видео потока, которые просили СМИ : размер 480x360, битрейт 500 kbps.

Во время всех последующих трансляций мы не станем переделывать формат видеопотока и оставим его максимально большим, с тем что бы не потерять ничего из наших данных для последующей обработки и расчетов.

Адрес репортажа о наших наблюдениях: <http://www.vesti.ru/doc.html?id=479335> . К общей пользе, в репортаже приняты во внимание рассказанные нами исторические сведения о Аристотеле, нагреве поверхности Луны, освещенной Солнцем и остывании ее, о том что можно было бы увидеть находись мы в момент затмения на поверхности Луны. Конечно, для того что бы сделать информацию достойной внимания и интереса людей приходится проделывать большую работу, и в том числе читать старые издания.

Приложение 1

Lumenera Lu175	
Сенсор	1/2", 6.6мм x 5.3мм
Размер пиксела	5.2 мкм
Макс. разрешение	1280 x 1024
Формат данных/ разрядность ацп камеры	10 бит
Тип сенсора	монохромный
Динамический диапазон	60dB
Интерфейс подключения	USB 2.0
Крепление объектива	C-Mount
<div style="text-align: center;">  <p>Quantum Efficiency - Monochrome</p> <p>Quantum Efficiency (%)</p> <p>Wavelength (nm)</p> </div> <p>Квантовая эффективность сенсора в зависимости от длины волны засветки</p>	

Приложение 2

Технические характеристики телескопов ТАЛ

Наименование	ТАЛ-150К	ТАЛ-200К	ТАЛ-250К
Диаметр главного зеркала, мм	150	200	250
Фокусное расстояние, мм	1550	1986	2130
Относительное отверстие	1:10,3	1:9,9	1:8,5
Видимое увеличение, крат	62; 124; 155; 310	80; 160; 200; 400	85; 170; 213; 426
Предел разрешения	0,8"	0,6"	0,5"
Предельная звездная величина	12,8 ^m	13,4 ^m	14,0 ^m
Искатель: видимое увеличение, крат диаметр объектива, мм	6 30	8 50	8 50
Фокусирующее устройство	1,25"	1,25"	1,25"; 2"
Угол поворота телескопа: по прямому восхождению	360° (24ч)	360° (24ч)	360° (24ч)
По склонению	±90°	±90°	±90°
Пределы установки по широте	0...70°	0.70°	0.70°

6. Список литературы и ссылки

1. Курс астрофизики и звездной астрономии. В 3 ТТ. / Под ред. А. А. Михайлова. 3-е изд-е. М.: Наука, 1973, Т. 1. 608 с. Гл. 18.
2. Мартынов Д. Я. Курс общей астрофизики: Учеб. для ун-тов по спец. «Астрономия». 4-е изд., перераб. и доп., М.: Наука, 1988. — 640 с.
3. Физика космоса. Маленькая энциклопедия / Гл. ред. С. Б. Пикельнер. М., «Сов. энциклопедия», 1976. 655 с.
4. Blair S.K. et al. Observations of the LCROSS Impact with the Allen Telescope Array, American Astronomical Society, AAS Meeting #215, #403.07; Bulletin of the American Astronomical Society, Vol. 42, p.224, 2010
5. Cooke W. J. et al. Rate and Distribution of Kilogram Lunar Impactors, 38th Lunar and Planetary Science Conference, March 12-16, 2007, League City, Texas. LPI Contribution No. 1338, p.1986, 2007
6. Ohnishi, H. et al. Study on microwave emission mechanisms on the basis of hypervelocity impact experiments on various target plates, Journal of Applied Physics, V. 101, 124901, 2007
7. Ortiz, J. L. et al. Optical detection of meteoroidal impacts on the Moon, Nature, V. 405, Is. 6789, p. 921-923, 2000
8. Soma E., Maki K., Takano T., Sano M. Study on an Impact Detection of Space Debris via Microwave, Journal of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, V. 56, Is. 650, p. 105-109, 2008
9. Takano, T. et al. Material Dependence of Microwave Emission due to a Hypervelocity Impact, Proceedings of the 4th European Conference on Space Debris (ESA SP-587), 18-20 April 2005, ESA/ESOC, Darmstadt, Germany, Ed. D. Danesy, p. 501, 2005
10. Berezhnoy A.A., Bervalds E., Khavroshkin O. B., Kovalenko A. V., Ozolins G., Paupere M., Smirnov G. T., Tsyplakov V. V. Radio observations of the Moon during the activity periods of

- Leonid and Lyrid meteor streams, *Baltic Astronomy*, V. 11, Is. 4, p. 507-527, 2002
11. Khavroshkin O. B., Tsyplakov V. V., Poperechenko B. A., Berezhnoi A. A., Shevchenko V. V. Modification of the Moon's Microwave Radiation by the Fall of Lunar Prospector, *Doklady Earth Sciences*, V. 376, No. 1, p. 90-92, 2001
 12. Volvach A.E., Berezhnoy A.A., Khavroshkin O.B., Kovalenko A.V., Smirnov G.T. The simultaneous observations of the Moon at 6.2 cm using 22-m radio telescopes at Pushchino and Simeiz during Leonid meteor shower on November 2001, *Kinematics and physics of celestial bodies*, V. 21, Is. 1, p. 60-65, 2005 99
 13. Berezhnoy A.A., Klumov B.A. Impacts as a source of the atmosphere on Mercury, *Icarus*, V. 195, Is. 2, p. 511-522, 2008
 14. Volvach A.E., Berezhnoy A.A., Foing B., Ehrenfreund P., Khavroshkin O.B., Volvach L.N. Search for radio flashes caused by collisions between meteoroids and the Moon, *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*, V. 25, Is. 4, p. 194-197, 2009
 15. Herzog G.F., Moynier F., Albarède F., Berezhnoy A. A. Isotopic and elemental abundances of copper and zinc in lunar samples, Zagami, Pelé's hairs, and a terrestrial basalt, *Geochimica and Cosmochimica Acta*, V. 73, Is. 19, p. 5884-5904, 2009
 16. Berezhnoy A.A. Meteoroid bombardment as a source of the lunar exosphere, *Advances in Space Research*, V. 45, Is. 1, p. 70-76, 2010
 17. Материалы проекта номер 11-02-92204-Монг_а Наблюдения ударных вспышек на Луне. , А.Р. Нестеренко, Бережной А.А., Батмунх Д.
 18. <http://www.lpl.arizona.edu/~rhill/alpo/lunarstuff/lunimpacts.html>
 19. Секция LMIS ALPO.
 20. J. Kelly Beatty. Lunar Flash Doesn't Pan Out .
 21. Tony Phillips. A Leonid on the Moon?
 22. Почтовая группа Yahoo «Rusmeteors».
 23. Проект Lunascan.
 24. Шурпаков С.Э. Мониторинг Луны.

25. <http://www.astronomer.ru/news.php?action=1&nid=297>
26. Lunar Meteoritic Impacts Search Brian Cudnik, coordinator
cudnik@sbcglobal.net
Перевод Михаила Ощепкова oschepkov@mtu-net.ru
для сайта «Астрономия и телескопостроение»
27. «Мир Знаний» Ф. К. ЗИГЕЛЬ Лунные горизонты Книга для
внеклассного чтения 8—10 классы ,МОСКВА
«ПРОСВЕЩЕНИЕ» 1976
28. http://www.home-edu.ru/user/f/00000895/7_9/moon.htm

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение. Общие сведения о Луне	2-15
2. Вспышки на Луне. Общие сведения	16-18
3. Как наблюдать вспышки на Луне	18-28
4. Автоматизированная система наблюдения	29-34
5. Что и когда наблюдать на Луне. Лунная топография	35-43
Приложения	44-45
Список литературы	46-49
Содержание	50