

# Съемка планет (I. Объекты)

«Что сей текст имеет такого, чего нельзя найти на Астрофоруме, Старлабе или прочитать в трудах различной степени фундаментальности известных и уважаемых авторов?» [1, 2, 3 и др.] – наверняка спросит интересующийся проблемой читатель, и будет прав. Особенных открытий не предвидится, а основная цель вполне эгоистична – свести в одном месте, по возможности кратко, фрагменты опытов по планетной съемке, каких-то важных деталей, поскольку автору, чем дальше, тем сложнее держать это в голове, а искать каждый раз по различным источникам довольно затратно по времени. Автор будет рад, если другие любители астрономии найдут здесь что-то полезное для себя, но должен предупредить, что, если какие-то моменты покажутся недостаточно обоснованными или даже неправдоподобными, то их следует немедленно проигнорировать и поставить собственный эксперимент, поскольку его результаты, при любом исходе, гораздо ценнее просто вычитанной информации.

o

Ответ на вопрос «как получить идеальную фотографию планеты?», в общем-то, достаточно простой и короткий – нужно направить телескоп на планету, запустить съемку на камере, после этого отдать файлы компьютеру на обработку и по завершении ее насладиться результатом. На этом, в идеале, данный текст бы и закончился, если бы не тот факт, что многие начинающие «планетофотографы» далеко не всегда довольны получающимися результатами (фотография получается хуже, чем изображение планеты в окуляре), а опытные – нередко испытывают трудности с повторяемостью результата.

Что же влияет на качество получаемого изображения? Для ответа на этот вопрос посмотрим на съемку как на процесс передачи информации, происходящий в системе «объект – атмосфера – телескоп – камера – обработка». Любая из составляющих этого процесса может «плохо работать», и в этом случае даже идеальные остальные части не смогут полностью исправить ее влияние. Взглянем подробнее на эти отдельные части.



## 1. Объект

Наши объекты – это большие планеты Солнечной системы, а также Луна и, иногда, Солнце. Какие претензии могут быть у публики к планетам, давным-давно названным именами богов? Идеальная планета – это достаточно крупное и яркое небесное тело, висящее недалеко от зенита, богатое контрастными подробностями и практически не вращающееся вокруг своей оси. Как модель в студии – снимай, сколько хочется.

Но таких планет у нас нет. На интересных нам географических широтах ( $50^\circ - 60^\circ$ ) планеты не всегда расположены на достаточной высоте над горизонтом, а это, в свою очередь, обуславливает усиленное влияние на изображение свойств атмосферы (см. Атмосфера). Видимые пути движения планет не отходят далеко от эклиптики, при этом периодически планеты прячутся «за Солнцем», и недоступны для наблюдений. Также, планеты отличаются друг от друга яркостью, периодом оборота вокруг оси, видимым количеством деталей поверхности или атмосферы и т.п. Традиционно съемка Солнца и Луны также относится к планетной фотографии.



Луна на «зуме»  
«мыльницы»

Соответственно, самой простой для начинающих целью является **Луна** (с ростом опыта она, тем не менее, остается богатой на тонкости). Луна имеет большой видимый диаметр (около половины градуса) и высокую яркость. Ее нетрудно снимать при некоторой тренировке даже с рук, обычным цифровым фотоаппаратом «на зуме» (большом оптическом увеличении). Но она может быть и трудной целью, если речь о съемке в сумерках или днем тончайшего серпика перед новолунием или сразу после него. Наибольшей тщательности требует детальная съемка поверхности Луны, для которой справедливо все, что и для планетной съемки, при этом отягощенное большим размером Луны и, как следствие, большим объемом получаемых данных.



Поверхность Луны  
в телескоп

Тем не менее, Луна, обращаясь вокруг Земли за время чуть меньше месяца,

демонстрирует смену фаз, и примерно половину вечеров и ночей доступна для наблюдений и съемки. Луна отходит от эклиптики не далее  $6^\circ$ , поэтому летом близкая к полной Луна поднимается над горизонтом не более, чем на пару десятков градусов, и ее изображение тоже изрядно страдает от атмосферного размытия. Зимой Луна поднимается очень высоко, но на улице очень холодно, что создает некоторые трудности для наблюдателя и аппаратуры. Остаются весна и осень, когда можно и не мерзнуть и видеть Луну сравнительно высоко над горизонтом. Особенно интересна область терминатора (границы дня и ночи), где косо падающие лучи Солнца подчеркивают тенями причудливый лунный рельеф. При наблюдениях с большим увеличением изменения в терминаторе можно отметить за несколько минут. Часто Луна покрывает более-менее яркие звезды в полосе  $\pm 6^\circ$  от эклиптики и можно поймать момент исчезновения звезды за лунными горами. Изредка Луна покрывает планеты, это тоже интересная наблюдательная задача.



Солнечные пятна  
15.07.2012 г.

Не менее увлекательной и технически несложной является обзорная съемка **Солнца**. Так же как и для визуальных наблюдений, **важно наличие качественного и надежного фильтра, блокирующего излишки солнечного света**. Подбирая степень ослабления солнечного света, можно успешно снимать очень широким ассортиментом камер, при разных фокусных расстояниях и с разными узкополосными фильтрами. В годы активного Солнца в его атмосфере практически постоянно присутствуют темные пятна, часто весьма замысловатой структуры, и тоже изменяющиеся с течением времени. Для съемки пятен с большим разрешением также используется «планетная» техника. Если бы не существовало периодов ненастной погоды, то Солнце можно было бы наблюдать и снимать каждый день, правда, его высота над горизонтом в наших широтах также сильно меняется в течение года. Кроме съемки в белом свете, Солнце часто снимают через узкополосные фильтры линии водорода H $\alpha$  (красная линия 656 нм), которые показывают детальную структуру солнечной атмосферы, а также протуберанцы вне солнечных затмений. Правда, такие фильтры сравнительно дороги.



В отличие от Солнца и Луны, видимость планет на небе изменяется более сложным образом, в зависимости от конфигураций – взаимных положений Земли, Солнца и рассматриваемой планеты. Внутренние планеты, Меркурий и Венера, обычно видны вечером или утром, поскольку не отходят далеко от Солнца. Для них наиболее благоприятными периодами являются дни вблизи элонгаций – западной, когда планета видна утром до восхода Солнца, и восточной, когда планета видна вечером. Внешние планеты (Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун) лучше всего наблюдать вблизи противостояний.

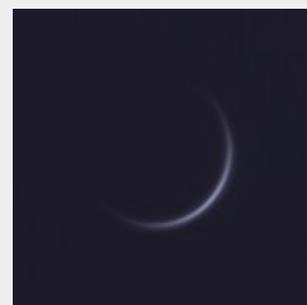


Первая планета от Солнца – **Меркурий**, теперь, после «низвержения» Плутона, еще и самая маленькая «большая планета» в нашей планетной системе. Тем не менее, ее близость к Солнцу и к Земле позволяет видеть ее невооруженным глазом, а в телескоп и отметить изменение ее фаз. Впрочем, среди любителей астрономии Меркурий имеет репутацию самой неуловимой планеты. Он быстро обращается вокруг Солнца (за 88 дней) и даже в наибольших элонгациях не отходит от него более чем на  $27^\circ$  на небе, что, с учетом наклона эклиптики к горизонту на наших широтах, на двух-трехмесячном интервале дает несколько более-менее благоприятных для наблюдений дней, когда планета видна невысоко над горизонтом. Снимать Меркурий еще труднее, его угловой диаметр колеблется в пределах 5 – 11" (причем наибольший диаметр приходится на «невидимый» период нижнего соединения), поверхность не имеет контрастных деталей, а его низкое расположение над горизонтом отягощает изображение всевозможными атмосферными помехами. Поэтому интересных любительских снимков Меркурия (как и

наземных профессиональных) немного. Опытные и достаточно технически оснащенные любители планетной фотографии иногда получают изображения с некоторыми деталями альbedo, соотнесение которых с программными моделями видимости Меркурия позволяет опознать на нем крупнейшие детали рельефа.

Ближайшие элонгации Меркурия, когда появляются шансы увидеть планету, приведены в таблице.

Восточная элонгация (вечерняя видимость)	Западная элонгация (утренняя видимость)
9 октября 2013 г.	18 ноября 2013 г.
31 января 2014 г.	14 марта 2014 г.
25 мая 2014 г.	13 июля 2014 г.
22 сентября 2014 г.	1 ноября 2014 г.
15 января 2015 г.	24 февраля 2015 г.
7 мая 2015 г.	24 июня 2015 г.
4 сентября 2015 г.	16 октября 2015 г.
29 декабря 2015 г.	7 февраля 2016 г.
18 апреля 2016 г.	5 июня 2016 г.
17 августа 2016 г.	28 сентября 2016 г.



Серп Венеры днем за несколько дней до нижнего соединения

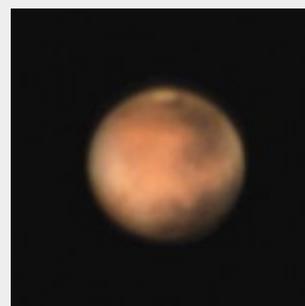
В отличие от Меркурия, вторая планета – **Венера**, иногда бывает доступна для наблюдений и съемки в течение нескольких месяцев. Синодический период Венеры – 584 дня (чуть больше 19 месяцев). За это время приблизительно по 3 месяца утром и столько же вечером планета находится высоко над горизонтом и доступна для наблюдений и съемок. Во времена элонгаций планета отходит от Солнца на  $46^\circ$ . Венера – очень яркое, третье по яркости после Солнца и Луны светило, и довольно крупное (в элонгациях угловой размер диска около  $28''$ , а вблизи нижнего соединения – даже  $58''$ ),

поэтому снимать ее можно практически с любым телескопом и камерой. Как внутренняя планета, Венера демонстрирует смену фаз и углового размера, изменение которых можно отметить буквально за пару вечеров. Впрочем, дело осложняется обычно сравнительно небольшой высотой над горизонтом и, соответственно, усиленным влиянием атмосферы, а также тем, что в видимом диапазоне в атмосфере планеты нет контрастных деталей. Высокая яркость Венеры показывает владельцам рефракторов-ахроматов полный набор хроматических каемок, иногда настолько интенсивных, что даже грубая фокусировка может стать нелегкой задачей. Тем не менее, эта планета – популярный объект для тренировки начинающих и достойная цель для опытных фотографов. Последние ухитряются вытаскивать в ИК-диапазоне свечение ночной стороны диска и детали в облачном покрове в УФ-диапазоне, перемещение которых может быть заметно на интервале времени в несколько часов при том, что сама планета вращается очень медленно (один оборот за 116,7 суток). При некотором навыке находить и наблюдать Венеру можно и днем, в этом хорошо помогают фильтры, отсекающие синюю часть спектра (красные, оранжевые). Вблизи нижних соединений можно снять тонкий серп Венеры с длинными «рожками», еще раз убедившись в преломляющих свойствах ее обширной атмосферы. Помимо этого, Венера, наряду с Меркурием, изредка может проходить перед диском Солнца, обеспечивая всей мировой астрономической общественности увлекательные наблюдения и, подчас, сложные задачи (см. Прохождения).

В таблице приведены ближайшие элонгации Венеры. Как правило, не менее месяца до и после элонгации планета хорошо доступна для наблюдений.

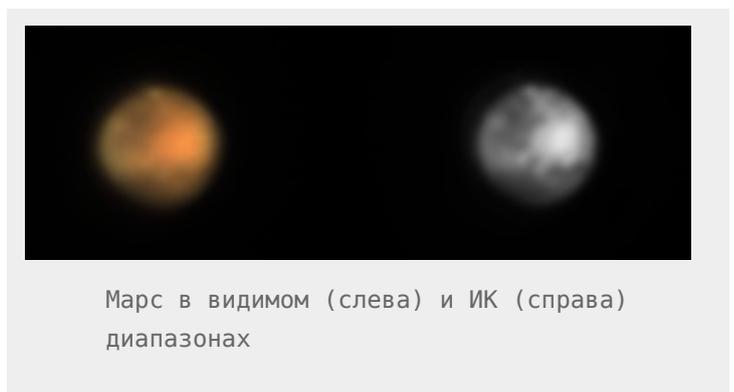
Восточная элонгация (вечерняя видимость)	Западная элонгация (утренняя видимость)
1 ноября 2013 г.	23 марта 2014 г.
7 июня 2015 г.	26 октября 2015 г.
12 января 2017 г.	3 июня 2017 г.

Планетная съемка третьей планеты, **Земли**, отягощена необходимостью возиться с ракетами, космическими аппаратами, системами дальней радиосвязи. Пока подобные эксперименты неприемлемо дороги для любителей астрономии, но, вероятно, в недалеком будущем этот раздел можно будет дополнить конкретными советами. =)



Марс в марте  
2012 г.

В отличие от монотонного облачного покрова Венеры, поверхность **Марса** богата деталями, что делает его весьма интересным объектом, несмотря на сравнительно небольшой видимый угловой диаметр его диска. Даже небольшой телескоп в периоды благоприятной видимости планеты показывает полярную шапку и контрастные области, отождествляемые с образованиями на поверхности планеты. Наилучшая видимость Марса наступает вблизи противостояний, которые повторяются с периодом в 26 месяцев. Правда, из-за большой вытянутости орбиты Марса, минимальное расстояние между планетой и Землей при этом может отличаться почти в 2 раза, поэтому угловой размер диска Марса в противостоянии может колебаться от 13" до 25". Противостояния, когда расстояние между Марсом и Землей оказывается минимально возможным, называются *великими*. Предыдущее великое противостояние произошло 28 августа 2003 г., следующее состоится 27 июля 2018 г. Противостояния же 2010 и 2012 гг., наоборот, относились к «далеким», когда размер диска достигал всего 13 – 14". Ближайшие противостояния Марса: 4 марта 2012 г., 9 апреля 2014 г., 22 мая 2016 г., 27 июля 2018 г. (великое), 14 октября 2020 г. К сожалению наблюдателей из средних широт северного полушария, великие противостояния в текущую эпоху приходится наблюдать на лето, когда в кульминации планета достигает высоты над горизонтом в пару десятков градусов (а то и ниже), и ее изображение сильно страдает от атмосферного размытия. Помимо изменения углового размера, Марс также демонстрирует фазы и явления в атмосфере (блики от облаков, пылевые бури, снижающие контраст деталей поверхности). В отличие от Меркурия и Венеры, Марс обладает сравнительно быстрым осевым вращением, делая один оборот за немногим большее, чем Земля, время (24<sup>ч</sup>39,6<sup>м</sup>). Этот факт ограничивает длительность сеанса съемки, кадры которого предполагается потом усреднять или объединять иным образом, несколькими минутами (в зависимости от разрешения оптической системы).



Впрочем, Марс вблизи противостояния достаточно ярок для съемки с большим увеличением камерами средней чувствительности (типа веб-камер). С Марсом очень интересно работает фильтр, пропускающий только инфракрасное изображение (например, Baader IR-pass 685 nm). Помимо снижения влияния атмосферных помех, фильтр подчеркивает темные области на красном марсианском грунте.



Юпитер в  
маленький  
телескоп

«Царь планет» **Юпитер** – один из лучших объектов для планетной фотографии. Период его обращения вокруг Солнца составляет почти 12 лет, и через каждые 13 месяцев повторяется его противостояние, дающее несколько месяцев хорошей видимости планеты до и после него. Даже в небольшой телескоп хорошо видны контрастные экваториальные пояса в атмосфере планеты и четыре крупнейших спутника. С ростом апертуры телескопа, Юпитер открывает все новые детали в атмосфере и, таким образом, подходит как для тренировки начинающих, так и для демонстрации мастерства опытных фотографов. Яркость (вторая после Венеры) и угловой размер планеты (от 33" до 49" в зависимости от конфигурации) достаточны для съемки через телескоп практически с любыми камерами. Наиболее удобны для съемки периоды вблизи противостояний, происходящих севернее небесного экватора, когда видимый диаметр Юпитера наибольший, а высота над горизонтом достаточна, чтобы влияние земной атмосферы было невелико. Ближайшие противостояния Юпитера к северу от небесного экватора произойдут 5 января 2014 г., 6 февраля 2015 г., 8 марта 2016 г. Уже в телескоп средней апертуры можно увидеть огромное количество деталей в поясах, знаменитое Большое Красное Пятно (БКП), подробности явлений в системе крупнейших спутников – тени от спутников и сами спутники на диске планеты, взаимные покрытия спутников и их затмения Юпитером. При благоприятных условиях на хорошем оборудовании возможно получить детали на дисках спутников.



С ростом  
апертуры  
открываются все  
новые детали

Пожалуй, единственное, что мешает назвать Юпитер «почти идеальной планетой» – это его быстрое осевое вращение. Он делает один оборот всего за  $9^{\text{ч}}55^{\text{м}}$ , что создает проблемы при съемке длинных последовательностей кадров при большом фокусном расстоянии – приходится ограничивать время съемки несколькими минутами, что особенно критично при съемке на монохромные камеры со сменными светофильтрами. Впрочем, современные методы обработки изображений могут отчасти облегчить ситуацию (например, «минский метод 3x3»). К тому же, благодаря быстрому вращению Юпитера, в течение одной ночи можно сделать хорошую анимацию вращения планеты и явлений в системе спутников. Отдельные образования в атмосфере планеты также могут демонстрировать динамику, отслеживаемую в течение нескольких недель или даже дней. Знаменитое БКП медленно и неравномерно дрейфует по долготе, увеличивая ее примерно на  $1^{\circ}$  в месяц. Изредка любителям астрономии выпадает везение зафиксировать кратковременные вспышки в атмосфере планеты, вероятно, связанные с падением на Юпитер небольших астероидов и комет. С Юпитером интересно работают узкополосные фильтры метановой линии, а также фильтры, пропускающие только ИК (в последнем случае, при большом увеличении становится видна структура вихря БКП).



Сатурн в  
маленький  
телескоп

Не менее интересная цель – шестая планета **Сатурн**, украшенная широкой и яркой системой колец, которая делает его одним из самых узнаваемых объектов Солнечной системы. Планета имеет достаточный угловой размер (кольца в поперечнике  $35''$  –  $43''$  в зависимости от конфигурации) и, хотя освещена Солнцем в несколько раз хуже, чем Юпитер, также притягивает фотографов с различным уровнем подготовки и технической оснащенности. Период обращения Сатурна вокруг Солнца примерно 29,5 лет. Его противостояния повторяются каждые 12,4 месяца. Ближайшие противостояния: 28 апреля 2013 г., 11 мая 2014 г., 23 мая 2015 г. 3 июня 2016 г. К сожалению, в ближайшие годы (2011 – 2026 гг.) планета будет двигаться по южным созвездиям, и не будет высоко подниматься над горизонтом средних широт северного полушария. Примерно раз в 15 лет плоскость экватора Сатурна пересекается с Землей, и его кольца из-за своей малой толщины практически «исчезают» для земного наблюдателя.





Сатурн, почти «потерявший» кольца в 2010 г.

Предыдущее такое «исчезновение» произошло в сентябре 2009 г., следующее произойдет в апреле 2025 г. Между этими событиями, в ноябре 2017 г., угол раскрытия колец достигнет своего максимального значения  $27^\circ$ , когда структура колец предстанет в наиболее подробном виде. Сатурн почти так же быстро вращается вокруг оси, как и Юпитер ( $10^4 34^m$ ), однако его диск значительно менее богат на подробности, что немного облегчает получение длинных серий снимков. Тем не менее, на нем легко различаются пояса различной яркости и оттенков. На любительских снимках высокого разрешения при удачном расположении планеты виден шестиугольный полярный вихрь, известный со времен полета «Вояджеров» и детально снятый КА «Кассини». Кроме этого, изредка на диске появляются «неожиданные» детали, как, например, протяженный атмосферный шторм (2010 – 2011 гг.). Диск Сатурна и его кольца интересно предстают в ИК-диапазоне (в частности в линии метана 840 нм). Самый крупный спутник Сатурна – Титан достаточно ярок для небольших телескопов, также, можно увидеть Энцелад, Рею, Диону и Тефию, но без каких-либо подробностей. В годы большого раскрытия колец иногда выпадает удача наблюдать покрытие звезды кольцами Сатурна. При условии достаточного качества выполнения, такие наблюдения несут подробную информацию о распределении вещества в кольцах.



Диск Урана

Оставшиеся большие планеты, **Уран** и **Нептун**, хотя и относятся к гигантам, расположены так далеко, что их диски, имеющие диаметры в зависимости от конфигурации  $3,3 - 4,1''$  и  $2,2 - 2,4''$  соответственно, не демонстрируют любительским телескопам почти никаких

подробностей, кроме явно не точечной формы и характерного голубоватого цвета. При наиболее благоприятных условиях наблюдений и хорошем оборудовании опытным наблюдателям удастся запечатлеть наиболее выделяющиеся детали в атмосфере Урана. В этом иногда помогает ИК-фильтр, слегка увеличивающий контраст атмосферных образований. Однако в ближайшие десятилетия эти планеты будут двигаться по южным созвездиям, что неблагоприятно сказывается на качестве их наблюдений из средних широт северного полушария.

Съемка же других членов Солнечной системы – карликовых планет (Плутона, Цереры и др.) и астероидов больше сродни съемке туманностей и звездных скоплений, чем планет, поскольку обычно требуются длительные (от нескольких сек до минут) экспозиции, а сам объект не имеет различимого диска. Некоторую «непредсказуемость» создают кометы, условия видимости которых могут быть самыми разнообразными – от явной видимости для невооруженного глаза (к сожалению, редко), до необходимости применения длинных выдержек под темным небом.



## Часть II. Атмосфера

обновление 20.05.2015