



# Содержание



Современный  
зеркально-линзовый  
телескоп

Как выбрать телескоп.....	4
Главные термины и понятия.....	5
Оптические характеристики телескопов.....	10
Оптические схемы.....	15
Общие рекомендации при выборе телескопа.....	22
Какие телескопы не следует покупать новичку.....	25

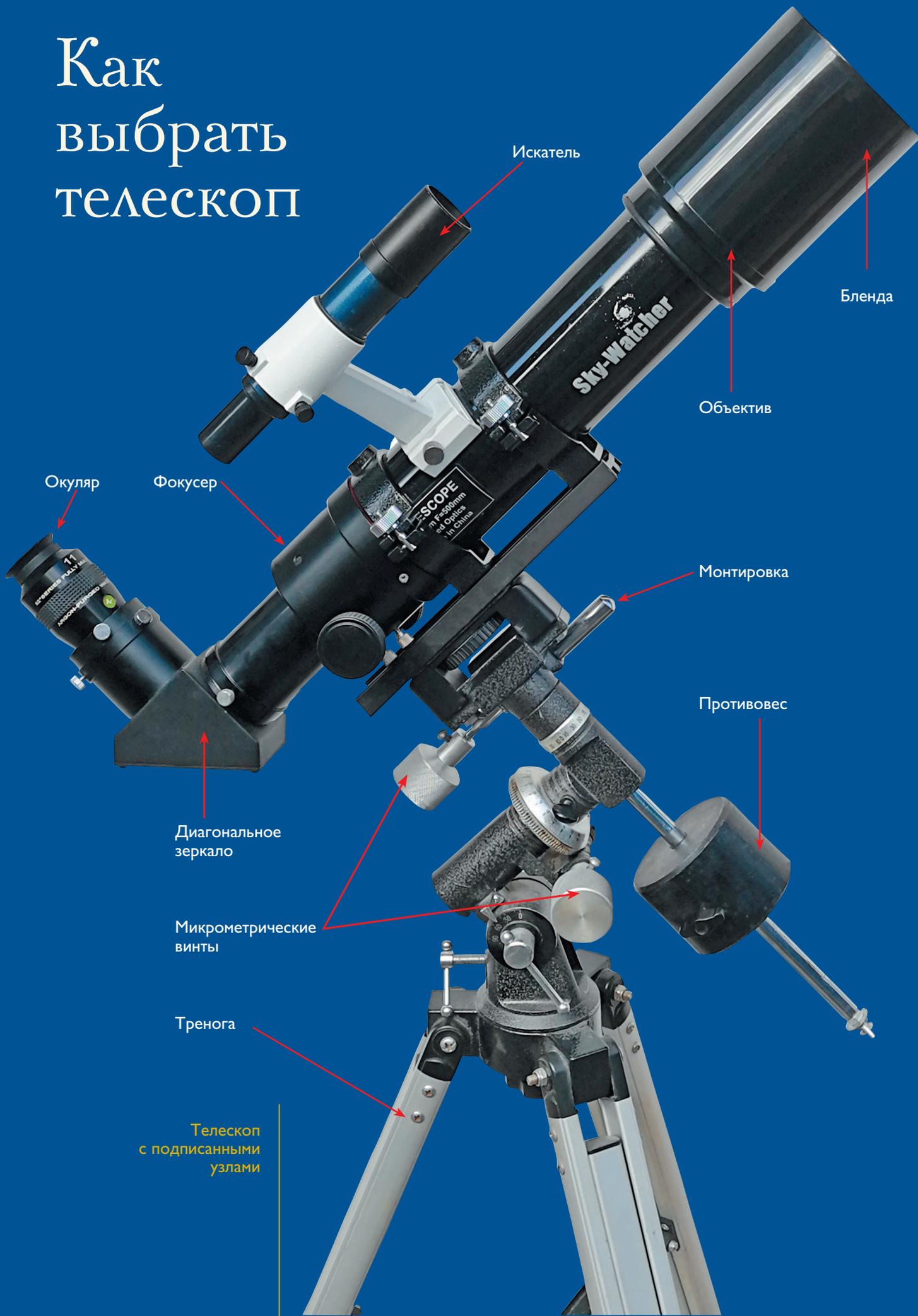
Как проводить наблюдения.....	28
Наблюдение Луны.....	29
Наблюдение планет.....	35
Меркурий.....	38
Венера.....	41
Марс.....	42
Юпитер.....	44
Сатурн.....	52
Уран.....	56
Нептун.....	57
Солнце.....	59
Наблюдение двойных и кратных звезд.....	62
Наблюдение метеоров.....	64
Наблюдение и съемка полярных сияний.....	66
Правила астрономических наблюдений.....	68

Как пользоваться картами звездного неба.....	72
Каталог Мессье.....	82

Об астрофотографии в двух словах.....	88
Съемка планет, Луны, Солнца.....	91
Съемка туманностей, галактик, звездных скоплений.....	95
Монтировка для астрофотографии.....	102
Пейзажная астрофотография.....	104
Чистка зеркальной оптики.....	108
Чистка линзовой оптики.....	109
Хранение телескопа.....	110



# Как выбрать телескоп



Искатель

Бленда

Объектив

Монтировка

Противовес

Диагональное  
зеркало

Микрометрические  
винты

Тренога

Телескоп  
с подписанными  
узлами

Окуляр

Фокусер

SCOPE  
m 8-500mm  
ed Optics  
In China

sky-watcher

**В**ыбор телескопа — одна из первоочередных задач, стоящих перед начинающим астрономом-любителем. От правильного выбора телескопа во многом зависят успешность и результативность изучения космических объектов. Долгое время астрономические наблюдения проводились невооруженным глазом. Изобретение телескопа перевернуло сложившиеся представления о многих, казалось бы, уже хорошо известных вещах. С тех пор прошло немало лет. За четыре столетия технология изготовления оптических устройств продвинулась далеко вперед, и сейчас даже с небольшим телескопом каждый желающий сможет сделать те же открытия, что и Галилей.



## Главные термины и понятия

*Из-за суточного вращения Земли небесные объекты непрерывно смещаются с востока на запад. При наблюдении в телескоп даже с небольшим увеличением уже через несколько десятков секунд можно заметить, как наблюдаемый объект «убегает» из поля зрения.*

**Телескоп** — это прибор, применяемый для наблюдения астрономических объектов (Луны, звезд, планет, галактик, туманностей, скоплений и т.д.) и их изучения. Практически все телескопы состоят из следующих узлов: оптической трубы, монтировки и треноги.

**Оптическая труба телескопа** — это устройство, собирающее и фокусирующее свет при помощи комбинации линз и/или зеркал. Оптическая труба содержит объектив, формирующий изображение, корпус в виде сплошной трубы или фермы, фокусирующее устройство (фокусер) и окуляр, через который рассматривается сформированное объективом изображение. Также на оптической трубе есть разъемы для установки дополнительного оборудования, например искателя. Оптическая труба закрепляется на монтировке.

**Тренога** — передвижная опора, на которую устанавливается монтировка и труба телескопа. Именно от устойчивости треноги во многом зависит стабильность всего телескопа. Треноги для телескопов обычно делают из металла, реже — из дерева. В некоторых монтировках тренога может отсутствовать, например в монтировках Добсона.

**Монтировка** — это устройство для точного наведения трубы телескопа на определенный объект и слежения за ним. Монтировки подразделяются на альт-азимутальные и экваториальные, с ручным ведением и моторизированные.

Альт-азимутальная монтировка позволяет наводить телескоп по двум осям — азимуту (влево — вправо) и высоте (вверх — вниз). Для наблюдения объекта в большинстве случаев необходимо вращать сразу обе оси. В моторизированных монтировках слежением за объектом управляет электроника, приводящая монтировку в действие с помощью электромоторов.

Альт-азимутальной монтировке присуще вращение поля, при котором изображение объекта медленно движется вокруг центра поля зрения. Оно создает временные ограничения при съемке туманностей, Луны, Солнца и некоторых планет.

Альт-азимутальная монтировка хорошо подходит для наблюдения наземных объектов, так как по азимутальной оси монтировка вращается параллельно горизонту и позволяет осматривать окрестности через телескоп. Большинство альт-азимутальных монтировок не требуют использования противовеса, что значительно улучшает грузоподъемность монтировки и уменьшает ее вес.

Простой, но очень устойчивой разновидностью альт-азимутальной монтировки является *монтировка Добсона*. Как следует из названия этой монтировки, ее изобретатель — Джон Добсон, известный американский астроном-любитель и популяризатор науки. Для простоты телескоп на такой монтировке часто называют «добом».

Монтировка Добсона очень проста и состоит из нескольких деталей: зафиксированного основания и вращающейся вилки, на которую устанавливается оптическая труба. Для уменьшения трения применяются фторопласт либо металлические подшипники. Сама монтировка изготавливается из фанеры или древесно-стружечной плиты (ДСП).

В простейшем варианте монтировка Добсона не имеет микрометрических винтов и моторов, поэтому при наблюдениях необходимо вручную подталкивать трубу за объектом. Это может создать неудобства при на-



Экваториальный клин

*Получение снимков на альт-азимутальной монтировке с выдержкой более минуты возможно при использовании деротатора — специального устройства, компенсирующего вращение поля, либо путем преобразования ее в монтировку другого типа при помощи специальных аксессуаров — экваториального клина или экваториальной платформы.*



Экваториальная платформа



Наземный объект  
через телескоп



Азимутальная  
монтажка



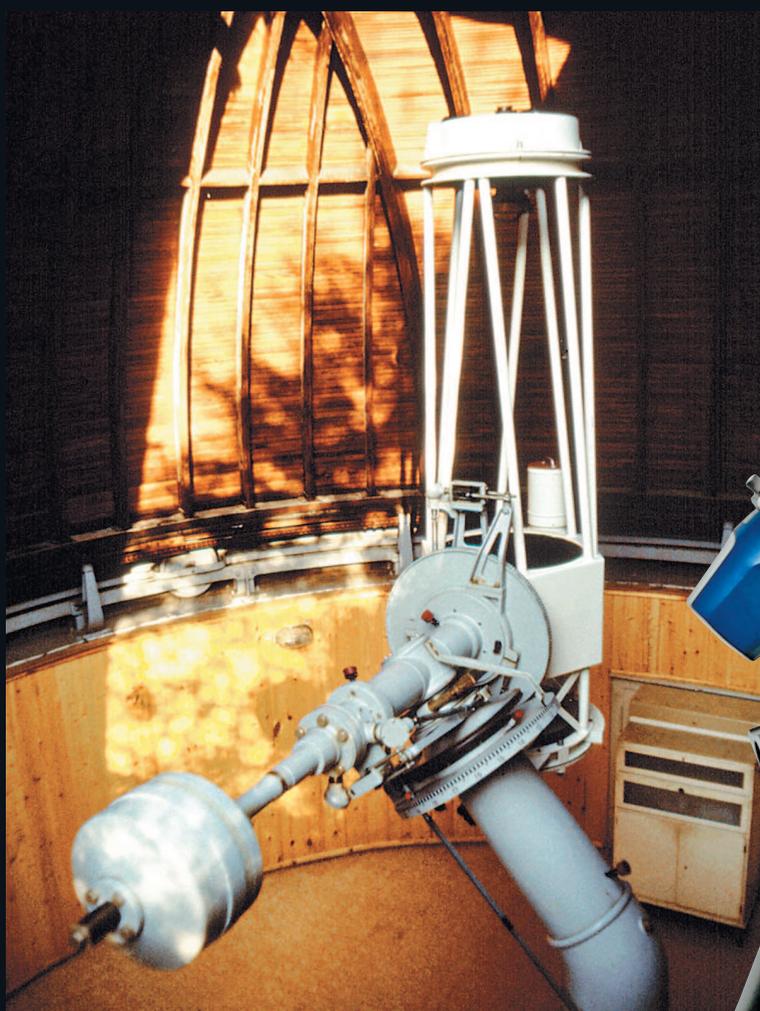
Монтажка  
Добсона



Фото  
дипсай-объекта,  
полученное  
при помощи  
монтажки Добсона  
с экваториальной  
платформой.  
Автор Emil Kraaikamp

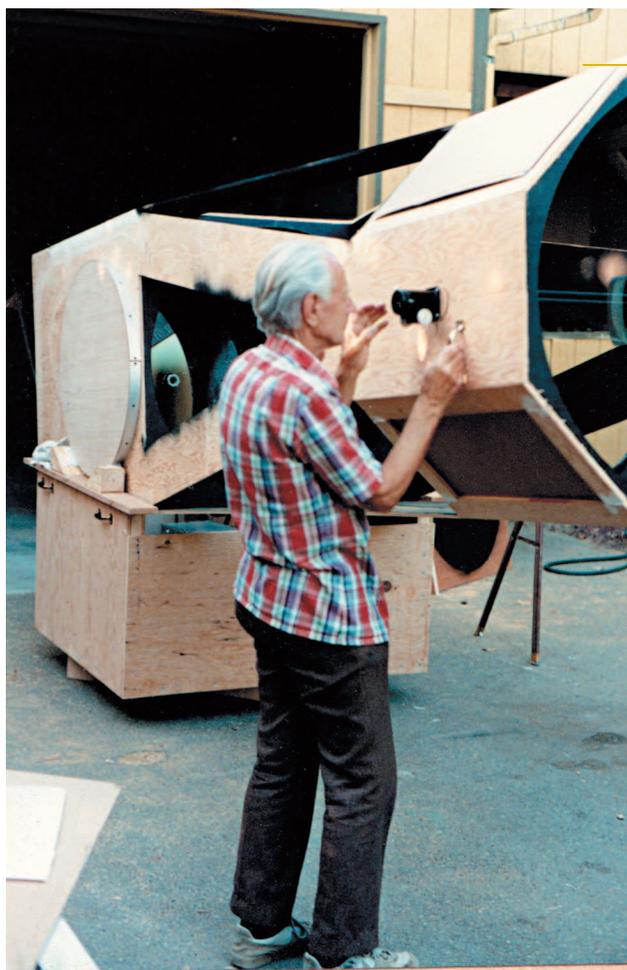
## Монтировка английского типа

*Экваториальные монтировки подразделяются на монтировки немецкого, американского и английского типов. В монтировке немецкого типа один из концов полярной оси содержит корпус оси склонений. Почти все монтировки немецкого типа нуждаются в противовесе, однако стали появляться миниатюрные монтировки без дополнительного груза (например Rainbowastro RST-135).*



Экваториальная монтировка немецкого типа





## Джон Добсон и его монтировка

блюдении с большим увеличением, например при наблюдении планет. В основном «добы» применяются для наблюдения дипскай-объектов (галактик, туманностей, звездных скоплений). Существуют и моторизированные монтировки Добсона с двумя электроприводами, обеспечивающими наведение на объект и слежение за небесными телами. Благодаря этому появляется возможность заниматься лунно-планетной астрофотографией, а также изучать космические объекты при большом увеличении.

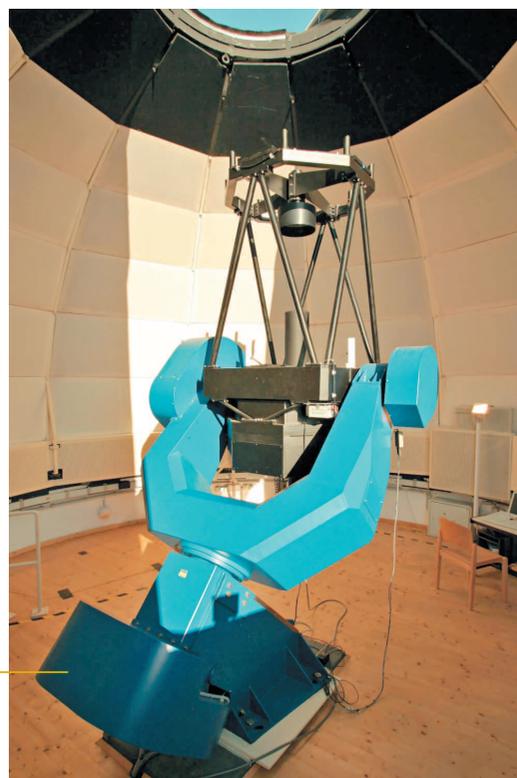
Телескопы на монтировке Добсона с апертурой от 200 мм — отличные приборы для наблюдения за объектами глубокого космоса. Благодаря большому полю зрения, устойчивой монтировке и внушительной апертуре при умеренной цене «добы» завоевали популярность по всему миру.

*Экваториальная монтировка* получила заслуженное признание астрономов-любителей. Конструктивно она сложнее альт-азимутальной монтировки, однако проще в действии: для слежения за небесными объектами достаточно вращать телескоп вокруг одной оси. Одна из осей экваториальной монтировки называется полярной (или осью прямого восхождения), а другая — осью склонений. Вращая монтировку вокруг полярной оси, можно скомпен-

сировать вращение Земли. У экваториальной монтировки нет эффекта вращения поля, поэтому она пригодна для астрофотосъемки с длительной выдержкой.

*Осуществлять наземные наблюдения с помощью монтировки Добсона неудобно из-за низкого расположения окуляра в горизонтальном положении трубы и перевернутой картинке. Балкон, лоджия и обычное окно не подходят для наблюдений через «доб», так как обзору будут мешать перила или подоконник.*

Монтировка американского типа представляет собой альт-азимутальную монтировку без противовеса, у которой ось поворота по азимуту направлена на полюс мира и превращается в ось прямого восхождения, а ось высот — в ось склонений. Альт-азимутальную монтировку можно преобразовать в экваториальную монтировку американского типа путем ее установки на экваториальный клин. Кроме того, существуют универсальные экваториальные монтировки, работающие также в азимутальном режиме.



Монтировка американского типа

Набор  
окуляров  
Explore  
Scientific

# Оптические характеристики телескопов



*Апертура также является величиной, определяющей способность телескопа различать (разрешать) мелкие детали. Для оценки разрешающей способности в секундах дуги применяется очень простая формула —  $140/D$ , где  $D$  — апертура телескопа в миллиметрах.*

Один из главных параметров телескопа — **фокусное расстояние (F)**. Оно является мерой того, насколько сильно телескоп фокусирует свет. Чем меньше фокусное расстояние, тем больше оптическая сила всей системы и тем сильнее она искривляет световые лучи.

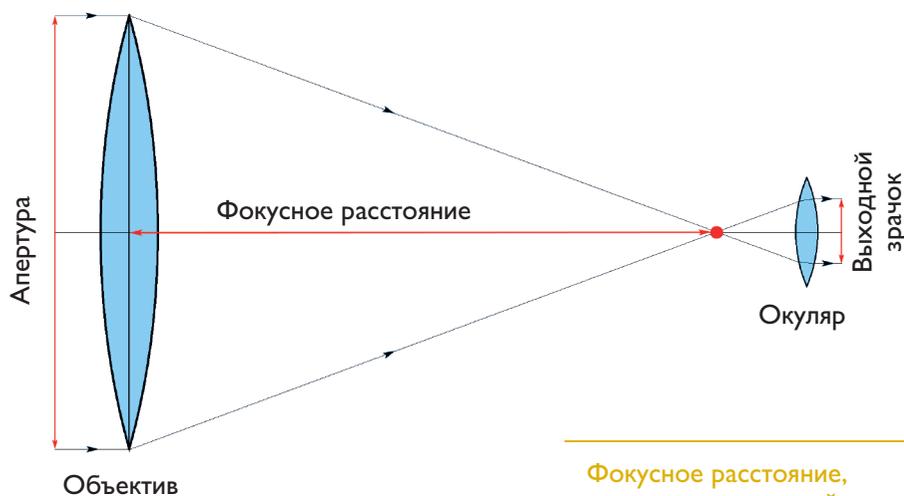
В случае простой тонкой линзы или одиночного зеркала и объекта, находящегося на бесконечно большом расстоянии, фокусное расстояние совпадает с дистанцией от центра линзы (зеркала) до точки формирования изображения. Фокусное расстояние определяет масштаб изображения в фокальной плоскости телескопа.

**Апертура телескопа (D), или входной зрачок**, — диаметр светового пучка на входе в объектив. Апертура определяет способность телескопа собирать свет от интересующего объекта. Минимальная апертура телескопа, которую я рекомендую использовать для астрономических наблюдений, — 70 мм. На темном небе с помощью даже такого небольшого телескопа можно наблюдать все объекты из каталога Мессье, а это более сотни галактик, туманностей, скоплений.

**Выходной зрачок** — это диаметр светового пучка на выходе из окуляра. Чем больше размер выходного зрачка, тем ярче изображение, видимое в окуляр. При выходном зрачке более 7 мм изображение уже не становится ярче, так



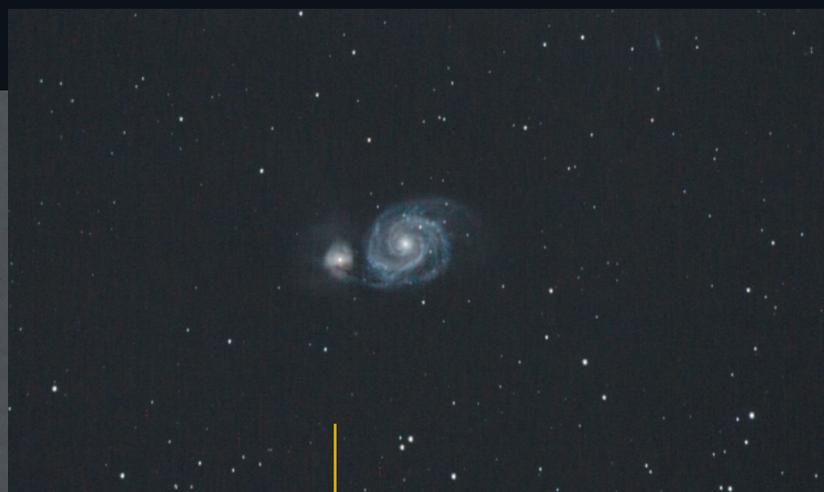
Марс — небольшая и яркая планета, которую можно наблюдать с предельным увеличением



Фокусное расстояние, апертура и выходной зрачок

Угловой  
размер Луны  
при наблюдении  
в телескоп  
с увеличением  
в 50 раз

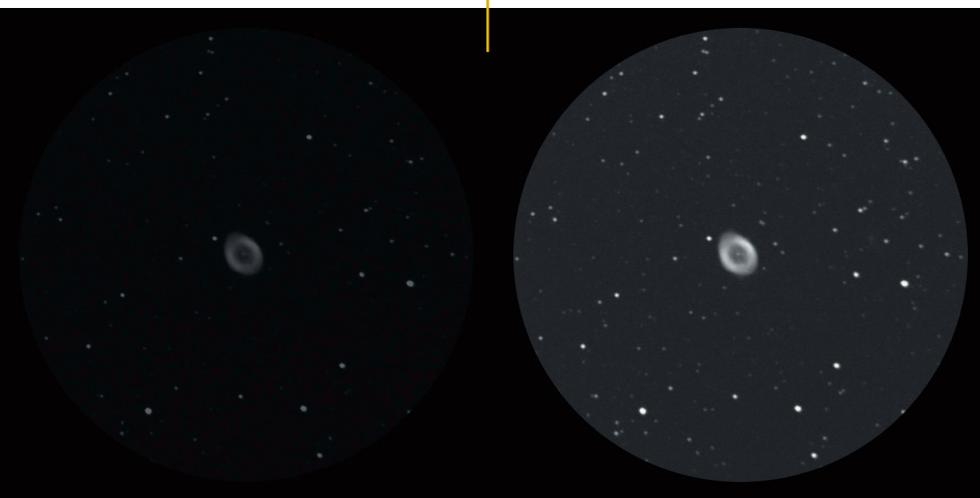
*Угловой размер Луны  
составляет 0.5 градуса.  
Если посмотреть на Луну  
в телескоп с увеличением  
500 раз, то ее видимый  
угловой размер  
составит 25 градусов.  
На расстоянии  
вытянутой руки таким  
же угловым размером  
будет обладать  
окружность размером  
около 20 см.*



Галактика М 51  
в созвездии  
Гонимые Псы

Минимальное увеличение телескопа составляет  $D/7$ , а максимальное —  $1,5 \times D$ , где  $D$  — диаметр объектива (в мм). Цифра 7 в первой формуле — это диаметр теловетеского зрачка в темноте, а 1,5 — это обратная величина от минимального выходного зрачка в 0,67 мм, при котором начинают проявляться дифракционные эффекты и ухудшается изображение.

Туманность М 57.  
Разница изображений при диаметрах выходного зрачка 6 и 3 миллиметра.



как свет идет мимо зрачка наблюдателя. Есть также и минимальное значение — 0,67 мм, при котором уже не добавятся новые детали в изображении. Предельное значение выходного зрачка — 0,5 мм; оно может применяться при наблюдении Луны, двойных звезд. Выходной зрачок можно рассчитать, разделив апертуру телескопа на его увеличение.

**Увеличение телескопа** — это мера способности телескопа приближать наблюдаемый объект. Например, Луну в телескоп с увеличением 384 раза вы увидите с расстояния всего 1000 км. Также параметр «увеличение телескопа» показывает, во сколько раз угловой размер объекта после окуляра больше углового размера объекта при наблюдении невооруженным глазом.

Увеличение телескопа можно рассчитать, разделив фокусное расстояние телескопа на фокусное расстояние окуляра. Например, если фокусное расстояние телескопа 1000 мм, а у окуляра — 10 мм, то увеличение составляет  $1000/10=100$  раз. С помощью набора из нескольких окуляров можно подобрать оптимальное увеличение, подходящее для наблюдения конкретного объекта. Для тусклых протяженных туманностей и галактик применяется маленькое увеличение, а для Луны и планет — большое.

Также увеличение телескопа можно вычислить, разделив апертуру телескопа на выходной зрачок. Допустим, есть бинокль, на котором стерты все надписи. Измерить фокусное расстояние объектива и окуляра нет возможности. В этом случае можно измерить диаметр передней линзы и разделить его на диаметр выходного зрачка. Чтобы определить размер выходного зрачка, нужно поднести к окуляру бинокля светлую линейку и измерить диаметр сфокусированного круга.

Другой важной оптической характеристикой телескопа является **относительное отверстие**. Это отношение диаметра объектива телескопа к фокусному расстоянию. Записывается оно так:  $1/k$ , где  $k = F/D$ . Например, если апертура телескопа составляет 100 мм, а фокусное расстояние 1000 мм, то относительное отверстие равно  $1/10$ . Чем меньше знаменатель в дроби, тем ярче изображение в фокальной плоскости. Это особенно важно при астрофотографии. Например, телескоп с относительным отверстием  $1/5$  формирует изображение в 4 раза более яркое, чем телескоп  $1/10$ .

Величину  $k$ , равную отношению фокусного расстояния телескопа к апертуре, еще называют светосилой. Так, у телескопа с фокусным расстоянием 750 мм и диаметром 150 мм светосила равна 5. Также светосила часто выражается записью  $f/5$  либо  $f5$ . Чем меньше значение  $k$ , тем выше светосила телескопа.

*Важное пояснение.  
Ни светосила,  
ни относительное отверстие  
телескопа не оказывает  
прямого влияния на яркость  
наблюдаемого объекта  
в окуляр.  
Задача телескопа —  
направить свет,  
собранный апертурой,  
в глаз наблюдателя.*