

Телескопы MEADE: для пыльных умов

Содержание

Телескопы MEADE: почему, зачем, с чего начать	с. 3
Виды телескопов	с. 5
Рефракторы	
Рефлекторы	
Зеркально-линзовые	
Виды монтировок	с. 8
Вилочная (американская)	
Немецкая	
Азимутальная ориентация	
Компьютерная система наведения в азимутальных установках	
Экваториальная ориентация	
Смотрим в телескоп	с. 12
Возможности разных типов телескопов	
Важные составляющие качества изображения	с.13
Разрешающая способность	
Предельные увеличения	
Минимальные увеличения	
Общие рекомендации по выбору увеличения	
Проницающая способность	
Просветление оптики	
Светосила	
Сводная таблица основных наблюдательных параметров в зависимости от апертуры	
Что может негативно повлиять на качество изображения?	
Система MEADE Autostar	с. 15
Что такое Autostar?	
Принципы работы с Autostar	
Телескопы MEADE: что внутри?	с. 18
GPS- навигатор	
SmartFinder™ - самый легкий способ найти свою звезду	
LNT - автоматическое позиционирование телескопа	
Smart Drive - профессиональная точность наведения	
SmartMount – умная монтировка	
Астрофотография	с. 20
Фотографирование звездных полей	
Фотографирование Луны, планет	
Фотографирование звездных скоплений, туманностей и галактик	
CCD-камеры для астрофотографии	
Чем оснастить телескоп?	с. 22
Окуляры Meade Series 4000 Super Plossl	
Окуляры Meade Series 5000	
Линзы Барлоу	
Цветные фильтры	
Другие полезные принадлежности	
Основные определения	с. 25

Для многих астрономия — это нечто непостижимое и загадочное. В худшем случае ее путают с астрологией, а в лучшем — помнят, что был такой предмет в школе. На самом деле это самая демократичная из наук, так как практически любой может посмотреть вечером на небо и почувствовать то непостижимое и волнующее чувство величия и красоты, которое неизменно навевают нам звезды.

Иногда кажется, что небо просто создано для того, чтобы человек, потерявшийся среди сутолоки современных будней, смог вновь ощутить себя частью Вселенной. В развитых странах люди, ценящие каждую свободную минуту, тратят время (и деньги) на созерцание окружающего мира и Вселенной — он им интересен. Помимо познания, это помогает расслабиться после трудового дня. Не алкоголь, не телевидение, а вдумчиво-спокойное разглядывание мира. Тут же найдется тема для обсуждения с вашим ребенком, который не пропустит такого события, и это лишний повод, чтобы пообщаться с ним. Это прекрасный мостик к тому, чтобы высказать ваши философские убеждения и жизненные позиции. Астрономия может стать вашим хобби, а хобби это важнейший элемент собственного стиля, без которого невозможно современное общество и современный человек.

Мнение, что телескоп только для профессионалов, давно устарело. До недавнего времени, чтобы пользоваться телескопом, нужен был некоторый багаж знаний и навыков. Теперь же, благодаря революционному внедрению фирмой MEADE вычислительной техники в конструкцию телескопов, для любителей астрономии появились инструменты с "интеллектом" — системой самонаведения Autostar. Техника взяла самую рутинную работу на себя, предоставив вам возможность наслаждаться красотами космоса и природы. Кстати, цена таких телескопов не космическая, а вполне доступная. Имея 400-600 USD, можно купить небольшой телескоп с компьютерным управлением и хорошей комплектацией. Со временем можно дооснастить его другими принадлежностями. А установив программу "Autostar Suite" на компьютер, можно управлять телескопом с вашего ПК.

Хорошее начало выбора телескопа - оценка ваших жизненных условий и наблюдательных предпочтений. Если вы живете на 5-м этаже городской квартиры с небольшим чуланом или стенным шкафом, любите наблюдать Луну и планеты, то вам нужен один телескоп. Если же вы живете в сельской местности, у вас есть хороший, просторный сарай и ваши любимые астрономические объекты — галактики, то вам нужен совершенно другой телескоп. Важную роль играют и другие обстоятельства: сумма, которую вы готовы истратить; вес, который вы сможете поднять и перетаскивать; ваш опыт астрономических наблюдений невооруженным глазом и с помощью бинокля.

Помня об этом, специалисты компании MEADE разрабатывают принципиально непохожие по своим пользовательским характеристикам телескопы — так, чтобы астроном-любитель мог выбрать именно ту модель, которая соответствует его целям. Однако демократия в области выбора заканчивается там, где речь заходит о качестве — вся разнообразная линейка продуктов MEADE производится под строжайшим контролем. Итак, с чем, кроме финансовых возможностей, стоит определиться, прежде чем начать выбирать телескоп?

Главная характеристика телескопа — это его апертура. Так называют диаметр объектива или главного зеркала телескопа. Величина апертуры определяет яркость и четкость всего, что вы сможете увидеть. Телескоп с 70-мм апертурой ни при каких условиях не покажет вам такие слабые звезды или объекты дальнего космоса, какие вы сможете увидеть с помощью хорошего 150-мм телескопа. В свою очередь, 150-мм телескоп никогда не достигнет в этом отношении 250-мм.

Система наведения Autostar — еще один важный фактор успешных наблюдений. Если вы опытный астроном-любитель и отлично знаете звездное небо, умеете пользоваться звездным атласом и имеете практический навык наведения телескопа, система наведения сэкономит вам массу времени и подарит комфорт наблюдения. Если вы новичок в этом деле, то вам тем более не стоит полагаться на удачу и отказываться от такой системы. Тем более, что она размещается в небольшом удобном пульте Autostar и не требует наличия отдельного компьютера.

Подробнее о системе MEADE Autostar читайте на стр. 15.

При покупке телескопа **не следует придавать большого значения кратности увеличения.** Увеличение телескопа зависит от используемого окуляра — небольшого съемного линзового устройства, в которое наблюдается объект. В комплект большинства телескопов входят несколько окуляров, дающих разное увеличение. Кроме того, их всегда можно купить дополнительно по

отдельности.

Нужно только иметь в виду бесполезность использования большого увеличения на телескопе с малой апертурой. Вы ничего не сможете увидеть кроме нечеткого, расплывчатого пятна. Только телескоп с большой апертурой, установленный на хорошей монтировке, способен дать изображение хорошего качества при кратности увеличения от 250х и выше. В любом случае вы будете чаще использовать меньшие увеличения, поскольку с ними легче работать, и они дают более качественные изображения.

Эмпирическое правило говорит, что максимально полезное увеличение телескопа составляет примерно 20х на сантиметр апертуры. Значит, 15-см телескоп имеет полезное увеличение в 300 крат, а в реальности даже меньше. Держитесь подальше от телескопа, если вам нахваливают его увеличение. Если вы увидите в магазине 60-мм телескоп, в паспорте или рекламе которого указывается увеличение 500х, то знайте, что производитель полагает, что вы легковверный и несведущий покупатель. А раз так, то это значит, что он скрывает от вас истинное качество инструмента.

Теперь, когда вы знаете, как важна в телескопе его апертура, вы можете решить, что выбрать телескоп легко: надо брать инструмент с максимально возможной (исходя из финансовых соображений) апертурой. Однако на практике дело обстоит не так просто. Если телескоп окажется слишком тяжелым для переноски его к месту наблюдения и обратно, а его сборка и установка будет занимать много времени, то вы будете редко им пользоваться. Кроме того, телескопы с одинаковой апертурой имеют и другие отличия: некоторые из них являются более портативными, другие дают более качественное изображение, третьи — более дешевые. Все это необходимо учитывать для принятия правильного решения. В этом вам помогут приводимые ниже рекомендации. А если какой-то термин покажется вам новым или плохо знакомым — не поленитесь заглянуть в глоссарий на последних страницах.

Виды телескопов

Многие виды деятельности — астрономия, изучение природы, наблюдение за ходом спортивных состязаний — приходится осуществлять с большого расстояния. Бывают ситуации, когда по разным причинам мы не можем приблизиться к изучаемому объекту и рассмотреть его в необходимых подробностях. Наши глаза — это инструмент общего назначения: их чувствительность и разрешающая способность ограничены, а увеличение минимально. Чтобы усилить свои возможности, мы используем зрительные трубы или телескопы.

Основное назначение телескопа — собрать в глазу наблюдателя как можно больше света и, при необходимости, увеличить угловые размеры наблюдаемого объекта.

Параллельные лучи света, попадающие в телескоп, собираются объективом в плоскости фокуса. Затем мы рассматриваем эту фокальную плоскость с помощью окуляра, увеличивая изображение объекта. Если передний фокус окуляра совпадает с фокальной плоскостью объектива, выходной пучок света становится параллельным и мы видим объект резко.

Все телескопы можно разделить на три класса:

Рефракторы (линзовые телескопы)

Телескопы-рефракторы используют линзовый объектив, как основной светособирающий элемент. Все рефракторы Meade, вне зависимости от модели и апертуры, используют ахроматический (2х-элементный) объектив для того, чтобы исправить “ложную цветность” (хроматическую аберрацию), которая возникает при прохождении света сквозь линзы. В результате получается высококонтрастное, с прекрасным разрешением изображение, идеально подходящее для наблюдений Луны и планет.

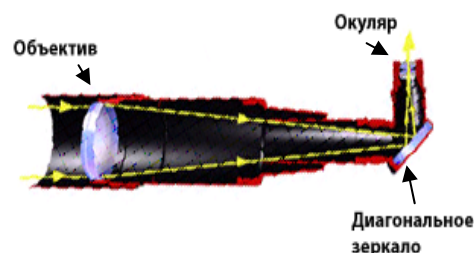
Одним из основных недостатков ахроматов является неполное исправление хроматизма. Причина заключается в том, что в ахроматах в одну точку сводятся лучи красного и синего цвета. Этот недостаток можно исправить практически полностью, если сделать объектив из нескольких очень точно выполненных линз, изготовленных из специально подобранных сортов стекла, получив Апохромат. Однако стоимость таких объективов очень высока.

Второй недостаток в ограниченном диаметре рефракторов. Объективы диаметром 150-170 мм становятся слишком тяжелыми и дорогими. Объективы с диаметром более 250 мм сейчас практически уже не делаются.

Рефлекторы (зеркальные телескопы)

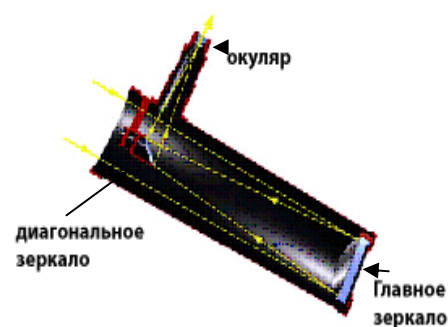
Телескопы-рефлекторы используют второй способ фокусировки света — отражение входящих лучей вогнутой зеркальной поверхностью. Так устроены телескопы, называемые рефлекторами. Наиболее распространенные на сегодняшний день рефлекторы системы Ньютона, потому что первым такую конструкцию создал Исаак Ньютон.

Зеркало представляет собой стеклянный диск, одна из сторон которого имеет сферическую или параболическую вогнутую форму и покрыта отражающим слоем. При этом окрашивание предметов изображения, как в рефракторе, не происходит, т.к. попадающий в телескоп свет не проходит через стекло, а отражается от зеркальной поверхности объектива. Наиболее просты в производстве зеркала сферической формы. Однако, зеркала со сферической поверхностью не делают светосильнее $f/8$, т.к. заметная сферическая аберрация будет снижать контраст изображения. Чтобы устранить дефект сферической аберрации в светосильных системах главное зеркало делают параболическим. Поскольку собранный главным зеркалом свет отражается обратно, его нужно перенаправить, чтобы вывести из трубы. Это делается с помощью небольшого плоского зеркала эллиптической формы (называемого вторичным),



Примеры телескопов Meade:

- Meade 70AZ-AR
- Meade RB-70
- Meade 90AZ-ADR
- Meade NG-70
- Meade NGC-70TC
- Meade DS II 2080LNT
- Meade ETX-80TC
- Meade 5"AR LX75AT
- Meade 6"AR LX75AT



Примеры телескопов Meade:

- Meade 6" N LX75AT
- Meade 8" LightBridge
- Meade 10" LightBridge
- Meade 12" LightBridge
- Meade 16" LightBridge

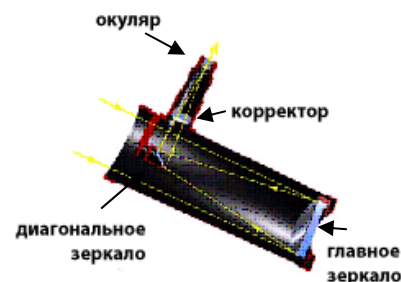
расположенного под углом в 45 градусов к оптической оси главного зеркала. К сожалению, вторичное зеркало и система его крепления неизбежно будут экранировать главное зеркало, уменьшая количество собираемого им света и снижая общий контраст изображения.

Для изготовления рефлектора требуется отполировать всего две оптические поверхности (главное и вторичное зеркала), причем качество каждой из них можно проконтролировать отдельно и производство телескопов этой системы является наиболее дешевым, по сравнению с телескопами других конструкций. С другой стороны, длинная оптическая труба рефлектора Ньютона делает его более чувствительным к колебаниям от ветра, по сравнению с более компактными системами. Еще одним недостатком рефлекторов является необходимость периодически производить юстировку (настройку) его оптических элементов.

Зеркально-линзовые (катадиоптрические) телескопы

Третья группа телескопов, называемых катадиоптрическими (зеркально-линзовыми), представляет собой гибрид двух предыдущих систем — для того чтобы управлять ходом лучей в них используются и линзы, и зеркала. Примерами таких инструментов являются катадиоптрические телескопы Ньютона, телескопы Шмидт-Кассегрена и Максутова-Кассегрена.

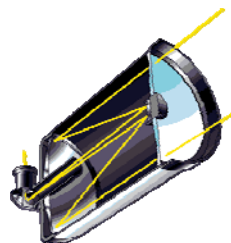
Катадиоптрический **рефлектор Ньютона** — это классический рефлектор, в который добавлена корректирующая линза, расположенная на пути световых лучей перед точкой фокуса. Этот корректор увеличивает эффективное фокусное расстояние зеркала, позволяя значительно укоротить длину трубы. Например, сочетание главного зеркала с фокусом 500 мм и 2-кратного корректора дает результирующее фокусное расстояние 1000 мм, но длина трубы остается такой же, как и у обычного ньютоновского рефлектора с фокусом 500 мм! Катадиоптрические рефлекторы более компактны и меньше подвержены колебаниям от ветра, чем простые Ньютоны, но имеют большее экранирование и могут быть более сложными в юстировке.



Примеры телескопов Meade:

- Meade 114EQ-AR
- Meade DS II 2114LNT
- Meade DS II 2130LNT

В телескопах **Шмидт-Кассегрена** световые лучи вначале проходят через тонкую асферическую пластину, подобранную таким образом, чтобы она исправляла сферическую аберрацию главного зеркала. Отразившись от главного, а затем и вторичного зеркала, лучи вновь отправляются в сторону главного зеркала и выходят из трубы через отверстие в нем. Прямо за этим отверстием устанавливается окуляр или диагональное зеркало. Фокусировка осуществляется перемещением окуляра или главного (вторичного) зеркала. Основное достоинство Шмидт-Кассегрена — компактность (труба получается в три раза короче рефлектора Ньютона с тем же фокусным расстоянием). Основной недостаток — относительно большое вторичное зеркало, которое уменьшает количество собираемого света и приводит к небольшому падению контраста изображения.

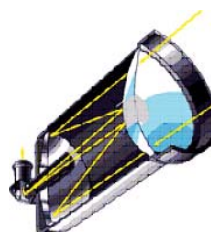


Примеры телескопов Meade:

- Meade 8" SC-ACF LX75
- Meade серии LX90ACF
- Meade серии LX200ACF
- Meade серии LX400ACF

Изображение по полю страдает незначительным наличием комы на краю. Конструкторы Meade разработали оптическую схему, которая свободна от комы по всему полю (ACF), причем телескопы с такой схемой вполне доступны и сравнимы со стоимостью классических Шмидт-Кассегренов других производителей!

Телескопы **Максутова-Кассегрена** схожи с телескопами Шмидт-Кассегрена, только вместо корректирующей пластины Шмидта в них используется выпукло-вогнутая линза (мениск), обе поверхности



Примеры телескопов Meade:

- Meade DS II 2090MAK
- Meade DS II 2102MAK
- Meade ETX-90PE
- Meade ETX-125PE

отверстие в главном зеркале. Такая конструкция проще в изготовлении по сравнению с телескопами Шмидт-Кассегрена, но имеет больший вес за счет более тяжелого мениска. Недостатком системы Максутова можно назвать малые светосилы телескопов. Попытки увеличить светосилу приводят к быстрому увеличению толщины мениска и соответственно веса и общей стоимости телескопа.

Монтировкой называют механизм крепления оптической трубы телескопа к штативу (треноге) или колонне, позволяющий направить трубу в любую точку небосвода. Как правило, монтировка имеет две взаимно перпендикулярные оси вращения. Примером простой монтировки может служить головка фотоштатива. Самый хороший телескоп, установленный на плохую монтировку, окажется бесполезным. Какое бы увеличение вы ни использовали, малейшую вибрацию опоры телескоп увеличит до уровня землетрясения. В таких условиях рассмотреть в него что-то практически невозможно. К сожалению, почти все монтировки подвержены нежелательным колебаниям. Этому способствует желание производителей сделать монтировку как можно легче, чтобы для ее установки не требовался подъемный кран. В бытовых телескопах применяются в основном два вида монтировок: вилочная (американская) или немецкая монтировки. Каждая имеет свои плюсы и минусы.

Вилочная (американская) монтировка представляет собой своеобразную «вилку», между зубьями (перьями) которой крепится оптическая труба телескопа, например, Meade 70-AZ, Meade серии ETX, LX90, LX200, LX400. Как ее модификация встречается одноперьевая вилка, например, в телескопах серии DS II.

Вилочные монтировки, являясь симметричными, не требуют дополнительной балансировки трубы, отсюда они более компактны и более легкие. К недостаткам можно отнести жесткую привязку оптической трубы к монтировке, что делает затруднительным установку дополнительных оптических труб.

Немецкая монтировка. Механизм крепления трубы телескопа к треноге в виде буквы «Т». Используется в основном в экваториальной ориентации (когда одна из осей монтировки параллельна оси вращения Земли). При правильной конструкции обладает высокой стабильностью и универсальностью, позволяющей закрепить на ней любую оптическую трубу. Недостатком является асимметричность крепления трубы относительно одной оси вращения, что приводит к необходимости уравнивания трубы телескопа с помощью грузов (противовесов) и сказывается на общем весе инструмента. Немецкая монтировка более громоздкая по сравнению с вилочной.

Монтировки имеют одну из двух основных ориентации в пространстве: **азимутальную** или **экваториальную**.

Азимутальная ориентация – Вращение осей монтировки по высоте и азимуту (горизонту). Установленный на азимутальную монтировку телескоп может поворачиваться вверх-вниз и по горизонтали. Чтобы удерживать звезду в поле зрения телескопа по мере суточного вращения небесной сферы, вам придется его поворачивать по обеим осям. Азимутальная монтировка проще, легче и дешевле равной по стабильности экваториальной монтировки. Это преимущество в полной мере было воплощено в монтировках Добсона, предназначенных для больших и недорогих рефлекторов. Использование больших телескопов на азимутальной монтировке требует от наблюдателя хорошего знания звездного неба. Такие телескопы наиболее подходят для опытных наблюдателей объектов дальнего космоса, которые особо ценят большую апертуру.

Компьютерная система наведения в азимутальных установках.

Основная часть телескопов Meade делается на азимутальных монтировках. Благодаря их оснащению системой самонаведения Autostar они просты в использовании и не требуют специальной установки и ориентации по сторонам света. За наблюдателя это делают специальные датчики (горизонта и магнитного склонения), входящих в систему LNT (*подробнее о ней читайте на стр. 18*). Есть простые и дешевые телескопы на азимутальной монтировке, оснащенной электронным навигатором (NGC-70), который указывает пользователю, куда вращать телескоп для нахождения нужного объекта.

Интеллектуальная система наведения Autostar, придуманная и запатентованная MEADE, открыла новую эпоху в любительской астрономии. Телескоп наводится на астрономический объект с помощью электромоторов, управляемых встроенным микрокомпьютером, в памяти которого находится база данных. После «инициализации» микрокомпьютера путем последовательного наведения телескопа на две опорные звезды и выполнения нескольких других несложных процедур, телескоп по указанию наблюдателя может автоматически наводиться на любой объект из базы данных микрокомпьютера. Это существенно облегчает занятие наблюдательной астрономией: отпадает необходимость поиска объектов, не требуется хорошее знание ночного неба, не нужны поисковые звездные карты и т.п.



Экваториальная ориентация – ориентация осей, когда одна направлена в Полюс мира (около Полярной звезды) и позволяет легко следить за небесной сферой, а вторая перпендикулярна ей и обеспечивает поворот по высоте над небесным экватором. Если этого поворота не делать, то астрономический объект довольно быстро уходит из поля зрения телескопа: при 100х увеличении — менее чем за одну минуту. На многих экваториальных монтировках устанавливается “часовой механизм”, который автоматически осуществляет это слежение.

Чтобы воспользоваться вышеуказанными возможностями, экваториальную монтировку после установки телескопа на месте наблюдения необходимо сориентировать относительно полюса мира. Для визуальных наблюдений особой точности ориентации не требуется, и выполнить ее очень просто. Достаточно наклонить монтировку таким образом, чтобы ее полярная ось находилась на одной линии по лучу зрения с Полярной звездой.

Многие модели телескопов Meade имеют возможность работать как в азимутальном, так и в экваториальном режиме. Для установки вилочной монтировки в экваториал применяются специальные платформы либо наклоняемые площадки крепления монтировки к треноге.

Независимо от типа выбранной вами монтировки, главное внимание обращайте на ее стабильность. Ничто так не убивает энтузиазм наблюдателя как постоянно дергающееся изображение в поле зрения телескопа. Если монтировка достаточно стабильна, то изображение будет покачиваться только в моменты его фокусирования.



Возможности оптики нельзя рассматривать в отрыве от возможностей самого наблюдателя - глаз, телескоп и мозг наблюдателя представляют единую оптическую систему и ни одному из ее компонентов нельзя отдать предпочтение перед остальными. Опыт и мастерство играют ничуть не меньшую роль, чем зоркость зрения или диаметр телескопа. А если еще учесть и условия наблюдений (степень засветки, высоту над уровнем моря и т.д.), то дать однозначный ответ на вопрос "что же можно увидеть в такой то бинокль или телескоп" будет крайне затруднительно.

Например, Марс можно наблюдать и невооруженным глазом, но каким бы зорким наблюдатель не был, никаких деталей на поверхности планеты ему различить не удастся. С другой стороны, никакой, даже самый крупный наземный телескоп, не покажет тех подробностей, что видны на снимках, полученных космическими зондами. Аналогично, галактики и туманности визуально выглядят совсем не похожими на свои книжные иллюстрации, - лишь у ближайших из них можно различить некоторые намеки на спиральную структуру, а другие подробности строения - и вовсе у одной - двух!

То, что одни с легкостью находят в полевой бинокль, другие не могут различить даже в крупный 10-15 сантиметровый телескоп. Поэтому, приводить список объектов, доступных тому или иному инструменту, по меньшей мере было бы наивно. Правильный вопрос должен звучать так: "Какие классы объектов принципиально доступны для наблюдений в такой-то инструмент?"

Замечание мимоходом

Начинающим порой трудно удержаться от вздоха разочарования - как и это все? - невыразительное туманное пятнышко, похожее на плохо сфокусированную звезду, - что можно найти в нем интересного? Нет, лучше уж прогуляться по серверу NASA или проиграться с компьютерным планетарием.

Но ведь и рыбаки (охотники) отправляются не за рыбой (дичью), а за удовольствием - побродить по осеннему лесу или посидеть с удочкой на берегу: а рыбу с дичью и в магазине купить можно!

Любительская астрономия это нечто похожее: ночь, тишина, над головой море звезд, - желтых, оранжевых, красных, голубых, - то сбивающихся в тесные кучи, то коротающих свою жизнь в горделивом одиночестве...

Небо - это изумительный подарок природы, которым не устает восхищаться, сколько бы на него ни смотрел. Любительская астрономия в большинстве своем к классической, научной, астрономии никакого отношения не имеет и ближе скорее к выращиванию кактусов и разведению голубей.

Это созерцание природы для удовлетворения своего любопытства, того самого любопытства, которое не дает остановиться путешественнику, пока он не увидит, а что же там, за тем холмом?

Все сказанное ниже относится к приемлемым условиям наблюдений и среднему опыту наблюдателя - предполагается, что невооруженным глазом он может различить звезды от четвертой до пятой величины.

Возможности телескопов

Одним из наиболее часто задаваемых вопросов при выборе телескопа является вопрос о том, что можно увидеть в тот или иной инструмент. Приводимая ниже таблица поможет вам лучше понять разницу между возможностями телескопов различных диаметров и оптических схем. Таблица дает лишь общее представление: конкретные результаты, которые будет показывать тот или иной телескоп, будут зависеть от состояния атмосферы, уровня засветки неба и, разумеется, опыта наблюдателя.

NG-70; NGC-70; 70AZ-A; RB-70

Солнечная система

- Меркурий: при увеличении более 40 крат заметен диск планеты
- Венера: диск планеты при небольших увеличениях, фазы освещения
- Луна: лунные кратеры размером 7-8 км
- Марс: диск планеты и ее окраску
- Юпитер: диск планеты, несколько облачных поясов на диске и четыре его самых больших спутника
- Сатурн: кольца Сатурна и щель Кассини (при отличных условиях видимости)
- Уран: при малом увеличении в виде звездочки около 6 зв.вел., при хороших условиях видимости и увеличении более 50 крат можно различить диск планеты
- Нептун: при малом увеличении в виде звездочки около 8 зв.вел., диск планеты можно различить только при хороших условиях видимости и увеличении более 100 крат

Звезды

- Слабые звезды: до 11,5 зв. Величины
- Двойные звезды: с разделением 2" и более

Глубокий космос

- Крупнейшие шаровые скопления; некоторые из ярчайших туманностей; почти все объекты



каталога Мессье (хотя практически никаких деталей увидеть в них не удастся).

ETX-80; ETX-90PE; DS II 2114LNT; DS II 2090MAK; DS II 2102MAK; DS II 2080LNT

Солнечная система

- Меркурий: при увеличении более 40 крат заметен диск планеты, фазы освещения
Венера: фазы освещения
Луна: лунные кратеры и образования размером около 5 км
Марс: марсианские полярные шапки и крупнейшие темные структуры на поверхности (во время противостояний)
Юпитер: несколько дополнительных поясов на диске Юпитера и некоторые детали в них, тени от спутников Юпитера на диске планеты при увеличении 150 крат

Сатурн: деление Кассини в кольцах Сатурна, а также 4-5 его спутников
Уран: при малом увеличении в виде звездочки около 6 зв.вел., при хороших условиях видимости и увеличении более 50 крат в виде маленького диска
Нептун: при малом увеличении в виде звездочки около 8 зв.вел., диск планеты можно различить только при хороших условиях видимости и увеличении более 100 крат
Другие: яркие кометы и астероиды

Звезды

- Слабые звезды: до 12 зв. Величины
Двойные звезды: с разделением 1,5" и более

Глубокий космос

Десятки шаровых скоплений, диффузных и планетарных туманностей и галактик; все объекты каталога Мессье и ярчайшие из объектов каталога NGC (у наиболее ярких и крупных объектов можно различить некоторые детали, хотя галактики в большинстве своем остаются бесструктурными пятнами света).



5"AR-LXD75; 6"AR-LXD75; 6"SN-LXD75; ETX-125PE; DS II 2130LNT

Солнечная система

- Меркурий: при увеличении более 40 крат заметен диск планеты, фазы освещения
Венера: фазы освещения
Луна: Детали лунных гор и кратеров размером 3-4 км
Марс: многочисленные темные образования на диске Марса во время противостояний
Юпитер: мелкие детали в облачной структуре Юпитера, тени от спутников Юпитера на диске планеты при увеличении 150 крат
Сатурн: облачные пояса на Сатурне, деление Кассини в кольцах Сатурна, а также 4-5 его спутников
Уран: при малом увеличении в виде звездочки около 6 зв.вел., при хороших условиях видимости и увеличении более 50 крат в виде маленького диска
Нептун: при малом увеличении в виде звездочки около 8 зв.вел., диск планеты можно различить только при хороших условиях видимости и увеличении более 100 крат
Другие: множество слабых комет и астероидов

Звезды

- Слабые звезды: до 12,5 – 13,0 зв. Величины
Двойные звезды: с разделением 1,0" и более

Глубокий космос

Сотни звездных скоплений, туманностей и галактик (у некоторых из них можно увидеть следы спиральной структуры); большое количество объектов каталога NGC (у многих объектов можно разглядеть интересные подробности).



8"SN-LXD75; 8"LX-90ACF; 8"SC-ACF-LXD75; 8"LX200ACF; 8"LX400ACF

Солнечная система

- Меркурий: при увеличении более 40 крат заметен диск планеты, фазы освещения
Венера: фазы освещения
Луна: Лунные образования размером около 2 км
Марс: многочисленные темные образования на диске Марса во время противостояний, большие облака и пылевые бури на Марсе
Юпитер: мелкие детали в облачной структуре Юпитера, тени от спутников Юпитера на диске планеты при увеличении 150 крат, галилеевы спутники Юпитера в виде маленьких дисков при увеличениях более 150 крат; детальность изображений определяется уже как правило не возможностями оптики, а состоянием атмосферы
Сатурн: облачные пояса на Сатурне, деление Кассини в кольцах Сатурна, а также 6-7 спутников Сатурна
Уран: при малом увеличении в виде звездочки около 6 зв.вел., при хороших



- условиях видимости и увеличении более 50 крат в виде маленького диска; при достаточной яркости может просматриваться цвет планеты
- Нептун:** при малом увеличении в виде звездочки около 8 зв.вел., диск планеты можно различить только при хороших условиях видимости и увеличении более 100 крат
- Другие:** множество слабых комет и астероидов

Звезды

- Слабые звезды:** до 13,5 – 14,0 зв. Величины
- Двойные звезды:** с разделением менее 1,0"

Глубокий космос

Сотни звездных скоплений, туманностей и галактик (у некоторых из них можно увидеть следы спиральной структуры); большое количество объектов каталога NGC (у многих объектов можно разглядеть интересные подробности). Некоторые шаровые скопления разрешаются на звезды почти до самого центра; видны подробности строения многих туманностей и галактик при наблюдениях вдали от городской засветки.

10" SN LX200ACF; 10" LX200ACF; 12" LX200ACF; 14" LX200ACF; 16" LX200ACF
 10" LightBridge Dobsonian; 12" LightBridge Dobsonian; 16" LightBridge Dobsonian;
 10" LX400ACF; 12" LX400ACF; 14" LX400ACF; 16" LX400ACF; 20" LX400ACF

Солнечная система

- Меркурий:** при увеличении более 40 крат заметен диск планеты, фазы освещения
- Венера:** фазы освещения, темные образования в облачном покрове планеты
- Луна:** Лунные образования размером менее 1,5 км
- Марс:** многочисленные темные образования на диске Марса во время противостояний, небольшие облака и мелкие структуры на Марсе; пылевые бури; в редких случаях — Фобос и Деймос
- Юпитер:** атмосферы большое количество подробностей в атмосфере Юпитера, тени от спутников Юпитера на диске планеты при увеличении 150 крат, галилеевы спутники Юпитера в виде маленьких дисков при больших увеличениях; детальность изображений определяется уже как правило не возможностями оптики, а состоянием
- Сатурн:** облачные пояса на Сатурне, деление Кассини в кольцах Сатурна, деление Энке в кольцах Сатурна; а также 6-7 спутников Сатурна
- Уран:** при малом увеличении в виде звездочки около 6 зв.вел., при хороших условиях видимости и увеличении более 50 крат в виде маленького диска; при достаточной яркости может просматриваться цвет планеты
- Нептун:** спутник Тритон, при малом увеличении в виде звездочки около 8 зв.вел., диск планеты можно различить только при хороших условиях видимости и увеличении более 100 крат
- Плутон:** в виде слабой звездочки
- Другие:** множество слабых комет и астероидов



Звезды

- Слабые звезды:** до 14,5 зв. величины и слабее.
- Двойные звезды:** с разделением до 0,5" при идеальных условиях

Глубокий космос

Тысячи галактик, звездных скоплений и туманностей — практически все объекты каталога NGC, многие из которых показывают подробности, невидимые в телескопы меньших размеров; у наиболее ярких туманностей наблюдаются едва заметные цвета.

Важные составляющие качества изображения

Разрешающая способность

Разрешающая способность инструмента, т.е. его способность разделять близко расположенные объекты, определяется разрешающей способностью объектива с одной стороны и увеличением - с другой.

Дело в том, что световые волны, проходя через любое отверстие, интерферируют сами с собой, порождая ряд concentрических темных и светлых колец. Объектив, будь то линза или зеркало, - это отверстие, а там, где есть отверстие, есть и дифракционная картина. Центральное кольцо, в котором сосредоточен максимум световой энергии, даже имеет собственное название - **кружок Эри**. Разрешающая способность телескопа ограничена именно диаметром кружка Эри, - если источники света расположены настолько близко друг к другу, что их кружки Эри накладываются друг на друга, для наблюдателя они сольются в сплошное сияние и он не сможет определенно сказать одна ли это звезда или нет.

Диаметр кружка Эри зависит от длины световой волны и величины объектива. Для желто-зеленой части спектра его угловой диаметр приблизительно равен: $140''/D$, где D - диаметр телескопа, выраженный в миллиметрах. Это и есть теоретическая разрешающая способность для объектива данного диаметра.



Предельные увеличения

Как уже было показано выше, разрешающая способность идеального объектива равна $140''/D$, поэтому, увеличение свыше $kD/140''$ не добавит никаких новых деталей.

Принимая k равным одной минуте дуги, получаем: $\Gamma_{\max} = D/2$. Однако, имеет смысл несколько поднять увеличение для укрупнения изображения, чтобы его можно было рассматривать на напрягая глаз (тем более, что в темноте разрешающая способность глаза падает и доходит до двух - трех минут дуги). При увеличении численно равном диаметру объектива, выраженному в миллиметрах, появляются первые признаки изображения, не давая различить мелкие детали. Помимо этого стоит помнить о дрожании телескопа, атмосферной турбулентности и т.д. Поэтому, при наблюдениях Луны и планет обычно не используют увеличения, превышающие $1,4D - 1,7D$.

Однако, это скорее исключение, чем правило. Но, в любом случае, хороший инструмент должен "вытягивать" до $1,5D$ без существенного ухудшения качества изображения.

Лучше всего с этим справляются рефракторы, а рефлекторы с их центральным экранированием дают чуть меньший контраст изображения.



Минимальные увеличения

Может показаться странным, но на минимальное увеличение телескопа также наложено ограничение. Дело в том, что отношение диаметра объектива к диаметру выходного зрачка (т.е. диаметру выходящего из окуляра пучка света) равно отношению их фокусных расстояний, т.е. увеличению. Если диаметр пучка, выходящего из окуляра, превысит диаметр зрачка наблюдателя, часть лучей будет обрезана, что равносильно диафрагмированию объектива со всеми вытекающими отсюда последствиями (падение проникающей и разрешающей способности). Поэтому не стоит использовать увеличения меньше D/d , где d - диаметр зрачка наблюдателя. Диаметр зрачка зависит как от самого наблюдателя, так и от условий наблюдения. В темноте он расширяется до 6-8 мм, а при рассматривании ярких объектов (Луны, например) уменьшается до 1-2мм. И так, на диапазон разумных увеличений накладывается жесткое ограничение, отклонение от которого ослабляют потенциальные возможности инструмента.

Общие рекомендации по выбору увеличения

Исходя из изложенных принципов и описанных ограничений оптики можно рекомендовать краткий перечень рекомендуемых увеличений для объектов различного класса:

$D(\text{мм})/7$ - Для наблюдения слабых протяженных объектов типа галактик и туманностей;

$D(\text{мм})/3$ - Для ярких и средних по яркости deep-sky (объекты глубокого космоса): шаровых скоплений, галактик, туманностей, некоторых планетарных туманностей, обзоров Луны;

$0,7 \cdot D(\text{мм})$ - Для разрешения шаровых скоплений, для мелких планетарных туманностей, для Луны и планет;

$1 \cdot D(\text{мм})$ - Для наблюдения планет и детального изучения Луны;

$1,4 \cdot D(\text{мм})$ - Для наблюдения планет и детального изучения Луны;

$2 \cdot D(\text{мм})$ и более - Максимальное увеличение. Для наблюдения Луны, планет и разделения тесных двойных звезд.

Проницающая способность

Проницающая способность телескопа характеризуется предельной звездной величиной слабейших звезд, которые можно увидеть в данный инструмент в условиях идеально темного неба. Предельную звездную величину (m) для телескопа, диаметр объектива которого равен D в миллиметрах, можно приблизительно оценить по следующей формуле: $m = 2,5 + 5 \lg D$.

Просветление оптики позволяет повысить проницающую способность телескопа, тогда как пыль и грязь на оптике — понижает ее. Теоретические значения проницающей способности для телескопов разных диаметров (стандартное просветление) приведены в сводной таблице. В зеркально-линзовых системах Meade применяется специальное сверхпросветляющее покрытие зеркал, именуемое УНТС. Это запатентованное изобретение Meade. В общем, эффект от применения УНТС, относительно его влияния на яркость и разрешение изображения, равен увеличению апертуры телескопа. Яркость и разрешение (т.е. способность различать мелкие детали) телескопа Meade 10" LX200GPS, к примеру, увеличиваются на целый дюйм апертуры.

Светосила

Этот параметр характеризуется отношением диаметра объектива к его фокусному расстоянию (D/f). Эта величина называется относительным отверстием и записывается в виде дроби: 1:5, 1:7, 1:10, 1:15... В англоязычной литературе чаще используется обратная величина — относительное фокусное расстояние (f/D), которое также записывается в виде дроби: $f/5$, $f/7$, $f/10$, $f/15$... Чем больше относительное отверстие объектива телескопа (или наоборот: чем меньше отношение фокусного расстояния к диаметру объектива), тем выше его светосила.

Светосила телескопа, прежде всего, важна для определения его пригодности для фотографических целей — более светосильный инструмент позволит делать более короткие выдержки при фотографировании слабых астрономических объектов. С другой стороны, светосильные инструменты сложнее в изготовлении и юстировке, и они в большей мере подвержены влиянию различных оптических aberrаций.

Сводная таблица основных наблюдательных параметров в зависимости от диаметра

Для более наглядного представления обсуждавшихся в этой главе параметров мы составили сводную таблицу, в которой приведены основные оптические характеристики телескопов разных апертур.

Диаметр объектива, мм	Диапазон увеличений, крат	Разрешающая способность, "	Проницающая способность, зв. вел.
70	12 - 140	1,66	11,7
80	13 - 160	1,45	12,0
90	15 - 180	1,29	12,3
110	18 - 220	1,05	12,7
120	20 - 240	0,97	12,9
150	25 - 300	0,77	13,4
200	33 - 400	0,58	14,0
250	42 - 500	0,46	14,5
300	50 - 600	0,39	14,9

Что может негативно повлиять на качество изображения?

Плохая юстировка

Для устранения этого недостатка в телескопах предусмотрены специальные юстировочные винты, позволяющие привести все компоненты системы на одну оптическую ось.

Атмосферная турбуленция

В ночи с беспокойной атмосферой изображение звезды дрожит и размывается, делая невозможным любые исследования оптики. Лучше всего дожидаться более благоприятных условий.

Потоки воздуха внутри трубы

Медленно восходящие потоки теплого воздуха внутри трубы телескопа могут создать искажения, маскирующиеся под дефекты оптики. Дифракционная картина при этом, как правило, имеет с одной стороны вытянутый или, наоборот, плоский сектор. Необходимо подождать некоторое время, чтобы температура воздуха внутри трубы сравнялась с температурой окружающего воздуха.

Пережатая оптика

Неправильно закрепленная в оправе оптика может вызвать весьма необычные искажения дифракционной картины. Этот недостаток можно устранить, немного ослабив винты, крепящие зеркало.

Система MEADE Autostar

Autostar – это интеллектуальная компьютерная система управления телескопами, придуманная и запатентованная Meade. Система Autostar впервые открыла перед астрономами - как любителями, так и профессионалами - принципиально новые возможности, совершая качественный скачок в эффективности использования телескопа.

Этой системой оснащен практически весь основной ассортимент телескопов MEADE. Есть несколько модификаций Autostar, зависящих от стоимости телескопов – бюджетные оснащаются системой Autostar-494; средней стоимости - системой Autostar-497; дорогие - системой Autostar-II. Их главное отличие заключается в количестве объектов основной базы, сбалансированной с имеющимися световыми диаметрами инструментов в серии и наборе некоторых дополнительных функций. Основной перечень функций одинаков.

Что такое Autostar?

Легкий и быстрый поиск объекта

Не секрет, что большие сложности, часто непреодолимые для новичков, представляет собой поиск небесных объектов. Нетрудно найти яркие, легко узнаваемые светила, такие как Луна, Венера или Арктур. Хотя бывает и так, что к наблюдениям приступают любители, не знакомые даже с азами астрономии, не знающие, в том числе, и основные созвездия и самые яркие звезды.

Но даже любители, имеющие опыт наблюдений, могут потратить большое количество времени и усилий на поиск интересующего их объекта и, возможно, даже не найти его. В этом случае и цель наблюдений оказывается не достигнутой, и удовольствие от наблюдений испорченным, особенно, если погода была не слишком комфортной.

Иногда возникают ситуации, когда желательно потратить на поиски объекта как можно меньше времени, или частично закрытое облаками небо не позволяет ориентироваться при поиске нужного слабого объекта по ярким и приметным объектам.

В этих случаях система компьютерного управления телескопами Meade Autostar оказывается просто незаменимой. Она позволяет не тратить попусту драгоценное время, а легко и быстро навести телескоп на интересующий объект.

Идентификация видимого в телескоп объекта

Одной из основных функций системы Autostar, но далеко не единственной, является быстрый, надежный поиск небесных объектов, как ярких, так и слабых. Но Autostar не только найдет звезду, туманность или галактику, но и поможет идентифицировать объект, который окажется в поле зрения вашего телескопа.

А также Autostar поможет оценить, какова будет видимость искомого объекта, чего следует ожидать увидеть, а чего нет. Это можно понять, получив информацию о рейтинге видимости объекта, о его яркости и угловом размере. Это также делает процесс наблюдения более плодотворным. Кроме этого, Autostar подскажет, какой окуляр лучше использовать для наблюдаемого объекта.

Получение информации

Полезной, или просто интересной, окажется информация, появляющаяся на табло, о наблюдаемом объекте, о координатах на небесной сфере, расстоянии до него, его особенностях, о состоянии источника питания, и о многом другом. Autostar даже выдает на дисплей целый рассказ о наиболее примечательных и популярных небесных объектах, правда, пока только на английском языке.

Расширение базы данных

Любая версия Autostar допускает дополнительно к встроенной базе данных включать и новые объекты, так называемые пользовательские объекты, количеством до 200 штук. Также можно неограниченно расширять список объектов, на которые может автоматически наводиться телескоп, путем подключения к комплектной системе Autostar внешнего компьютерного управления, например, ноутбука с установленной программой-планетарием. Одна из таких программ входит в комплект телескопов Meade.

Autostar - система, допускающая обновления и модификации. Есть возможность пользоваться встроенными автоматическими тематическими экскурсиями по звездному небу, а также есть возможность создавать свои экскурсии, учебные, познавательные или развлекательные, и делиться ими с друзьями, или скачивать подготовленные другими любителями экскурсии из Интернета.

Ручное управление телескопом

Но Autostar не ограничивает владельца телескопа только выбором объектов из встроенной базы данных. Можно отправиться и в свободное плавание по бесконечным небесным просторам, по пути с помощью

Autostar идентифицирует объекты, на которые наведен телескоп. Можно переходить от одного объекта к другому, совершенствуя свое знание дальнего космоса.

Слежение за объектом

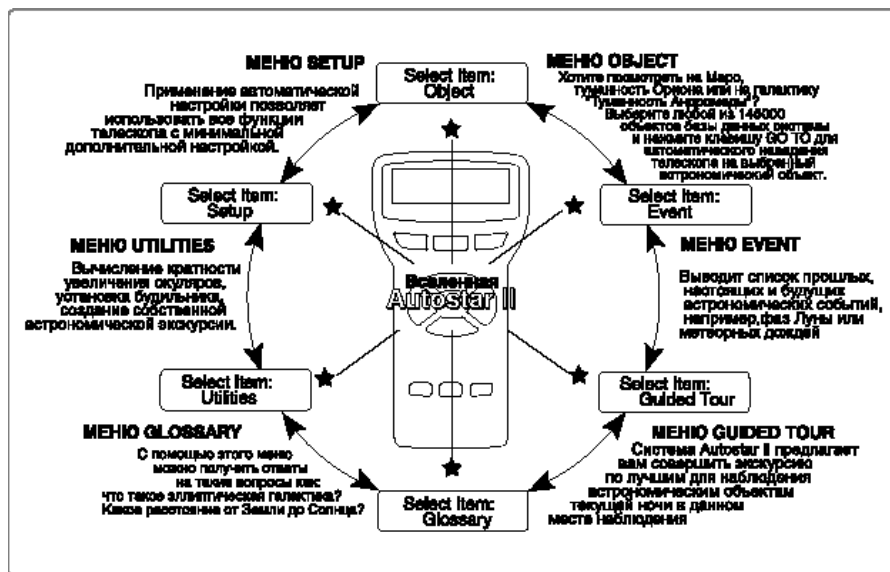
Но в каком бы режиме, ручном или автоматическом, не был бы наведен телескоп, Autostar будет удерживать избранный объект в поле зрения, медленно и точно поворачивая трубу телескопа, компенсируя движение небесной сферы. Точнее, Autostar компенсирует вращение нашей планеты.

А еще...

Существует также множество других нужных функций Autostar. К сожалению, общение с Autostar пока может происходить только на английском языке. В инструкции мы объясняем, для чего существует та или иная функция и, как и когда ей пользоваться. Также мы описываем, как наиболее эффективно и с минимальными усилиями научиться общаться с системой Autostar, а значит, полностью использовать все те возможности, которые есть у вашего телескопа. Не ленитесь читать инструкции.

Принципы работы с Autostar

Система имеет 6 главных меню:



- - «**ОБЪЕКТ**» - меню библиотек объектов (в зависимости от модели от 1470 до 145000 объектов) :
 - Солнечная система, включая список комет и астероидов;
 - Созвездия, включая перечень ярких звезд;
 - Объекты глубокого космоса, включая библиотеки именованных объектов, галактик, туманностей, скоплений, каталогов Мессье, Калдвелла, NGC;
 - Звезды, включая именованные звезды, двойные, переменные, каталога SAO и др.;
 - Спутники Земли с возможностью удаления и добавления в базу данных через Интернет;
 - Объекты пользователя с возможностью удаления и добавления в базу данных;
 - Наземные объекты пользователя с возможностью удаления и добавления в базу данных;
 - Идентификация небесного объекта, попавшего в поле зрения телескопа;
 - Поиск объекта по каталогам по определенным пользователем параметрам.
- - «**EVENT**» - библиотека событий, включая расчет восхода и захода Солнца на текущую дату; расчет восхода и захода Луны на текущую дату; расчет даты и времени наступления основных 4-х фаз Луны; информация о предстоящих «метеорных дождях»; список будущих солнечных и лунных затмений; расчет даты и времени минимума яркости переменной звезды Алгол; вычисление времени осеннего и весеннего равноденствий и зимнего и летнего солнцестояния.
- - «**GLOSSARY**» - словарь общепринятых астрономических терминов (на английском языке);
- - «**Guided Tour**» - библиотека автоматически создаваемых экскурсий по выбранному признаку:
 - «Лучшие объекты ночи»
 - «Дальше и дальше» - от ближайших до границы Вселенной;
 - «Жизнь звезд» - от самых молодых до самых старых объектов,
 с возможностью добавления собственных экскурсий или импортированных из других источников.
- - «**Utilities**» - меню служебных функций:
 - Таймер с включением и выключением сигнала;
 - Будильник с установкой времени сигнала;
 - Расчет характеристик окуляра: поле зрения, увеличение, оптимальный вариант для

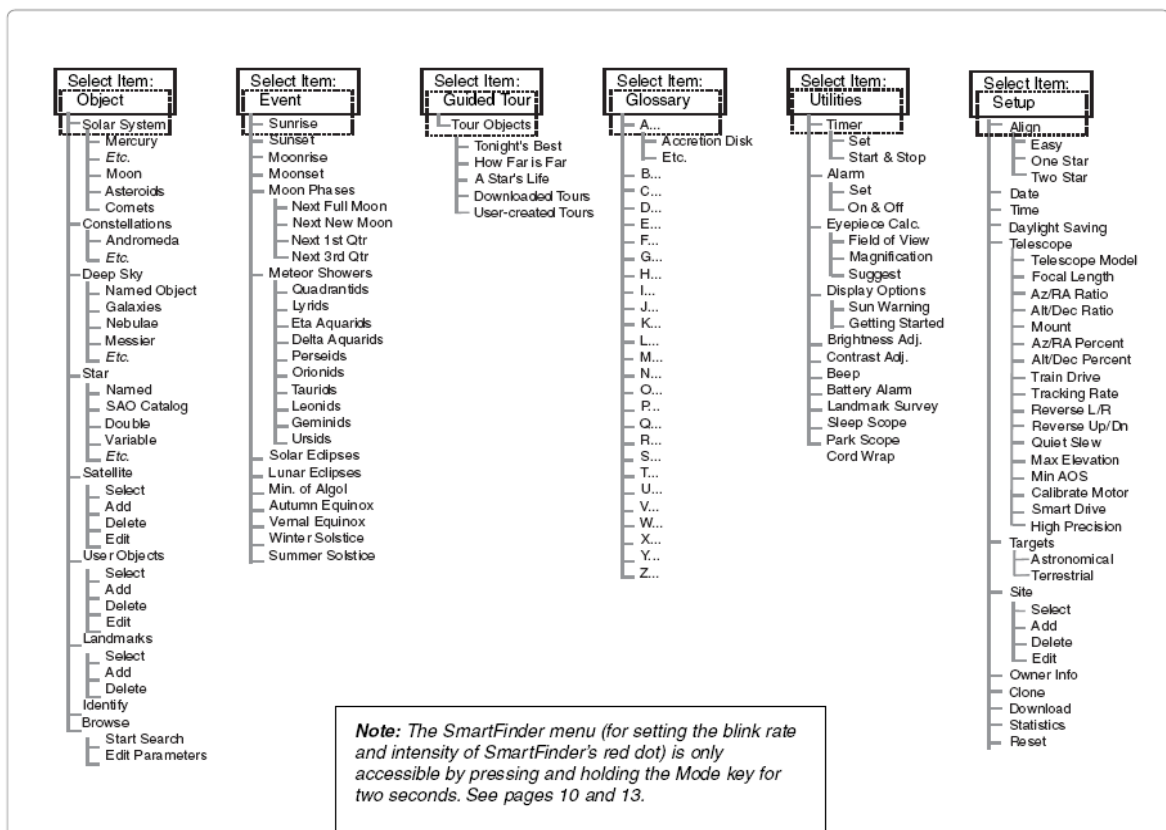
данного объекта;

- Варианты дисплея: индикации предупреждений на дисплее, установка яркости и контраста дисплея;
- Режим экономии электроэнергии (Sleep scope);
- Парковка для стационарно установленных телескопов, обеспечивающая готовность к наблюдениям при последующем включении;
- Предотвращение запутывания кабелей.

■ - «Setup» - меню установок параметров:

- Дата наблюдения;
- Время наблюдения с учетом летнего или зимнего времени;
- Место наблюдения с возможностью добавления координат места пользователя в базу городов
- Модель телескопа (подключаются некоторые дополнительные функции для отдельных моделей);
- Реакция двигателей на нажатие клавиш по азимуту;
- Реакция двигателей на нажатие клавиш по высоте;
- Монтировка (азимутальная или экваториальная)
- Тренировка электромоторов для достижения большей точности за счет учета люфтов в соединении червячных пар;
- Учет периодической ошибки (PEC) ведения для точного слежения при астрофотографии (для экваториальной установки монтировки);
- Скорость слежения для выбора стандартной скорости вращения Земли вокруг оси, Лунной или другой, задаваемой пользователем;
- Смена значений клавиш вправо-влево и вверх-вниз;
- Калибровка сенсоров полезна после переустановки искателя, смены батарей, транспортировки, изменении параметров магнитного склонения местности и др.;
- Тихое наведение ограничивает скорость до 1,5 град/сек. для бесшумной работы моторов;
- Максимальные и минимальный углы подъема трубы;
- Высокая точность наведения для особо сложных для наблюдения объектов.
- Тип объекта наблюдения определяет характер работы двигателей – астрономические – с ведением; наземные – без ведения;
- Информация о владельце включает имя и адрес;
- Загрузка информации с ПК;
- Клонирование информации с одного Autostar на другой каталогов, версии программы, полного клонирования;
- Статистика дает информацию о свободной памяти и текущей версии программного обеспечения;
- Сброс настроек и параметров до заводских установок.

Меню имеет кольцевую структуру. Это означает, что нажатие клавиши прокрутки вниз, приводит к циклическому переходу между пунктами данного меню с возвратом к исходному варианту. Кнопка «MODE» позволяет перемещаться из подразделов меню в верхние разделы.



Телескопы MEADE: что внутри?

GPS- навигатор

GPS-навигатор, встроенный в ваш телескоп, самостоятельно определит координаты места наблюдения, ориентируется по сторонам света (выявив направление на север) и получит точное время. Эти базовые функции, автоматически выполняются при настройке телескопа и делают использование телескопов Meade ещё удобнее, повышают точность первоначальной настройки и не отвлекают наблюдателя от главного: от выхода в открытый космос.

SmartFinder™. Самый легкий способ найти свою звезду

Еще одна эксклюзивная функция от MEADE, SmartFinder, поможет новичкам уверенно центрировать объекты в искателе. Уникальный искатель с красной точкой позволит вам контролировать широкую площадь неба обоими глазами сразу. Просто поверните инструмент таким образом, чтобы красная точка совпала с объектом наблюдения. Затем посмотрите в окуляр телескопа и можете изучать объект более подробно.



LNT (Level North Technology)

Устройство определения математического горизонта, направления на магнитный полюс Земли. Дополнительно имеет высокоточные часы с памятью введенных данных. Технология LNT позволяет автоматически позиционировать телескоп в пространстве, что принципиально важно для точного наведения на объект.

Smart Drive - профессиональная точность наведения!

Механические части любительских телескопов, - а именно узел вращения телескопа по часовой оси, - независимо от того, насколько хорошо они сделаны, имеют незначительные погрешности изготовления, которые приводят к периодическому изменению скорости ведения телескопа от его номинального значения. Для устранения этих ошибок предусмотрена система MEADE Smart Drive.

SmartMount

"Умная монтировка" SmartMount повышает точность настройки через опцию "Go To" вашего телескопа. Несмотря на тщательные попытки откалибровать и навести телескоп, точная центровка объекта порой невозможна. SmartMount позволяет вашему телескопу исправлять систематические ошибки наведения независимо от их причины.

Астрофотография

Вполне понятно, что у многих любителей после многочисленных удачных наблюдений появляется желание поделиться с друзьями и знакомыми своими космическими открытиями. В помощь призывается астрофотография. В принципе, астрофотография подразделяется на три вида: фотография звездных полей, фотографии Луны, Солнца и планет и крупномасштабные фотографии объектов космоса. Для каждого из видов требуется своя техника, но почти все виды съемки, кроме Луны и Солнца, используют длительные выдержки. Техника астрофотографии описана во многих книгах по астрономии для любителей. Мы же остановимся только на тех приспособлениях, которые могут понадобиться для тех или иных видов астрофотографии.

Фотографирование звездных полей

Для такого вида съемки применяют обычные фото объективы с фокусным расстоянием от 20 до 200мм.



Съемка ведется с гидированием и без него, т.е. неподвижной камерой. Для неподвижной камеры выдержки ограничиваются 1с.-30с. в зависимости от фокуса объектива. Для более длительных выдержек требуется компенсация вращения Земли или суточного вращения неба. Имея телескоп на экваториальной монтировке, фотоаппарат с объективом закрепляют на нем с помощью кронштейна (*рис. Piggyback Bracket*). Сам телескоп используется для гидирования. При этом выдержки могут достигать 1 часа и более в зависимости от степени светового загрязнения атмосферы. Такая техника съемки позволяет получать эффектные ночные ландшафты, особенно во время утренней или вечерней зари, фейерверк полярных сияний, виды Млечного Пути.

Фотографирование Луны, планет

Для фотографирования Луны применяют несколько техник: съемка в прямом фокусе телескопа, съемка с окулярной проекцией, съемка через окуляр со штатным объективом фотоаппарата. Фотограф выбирает одну из техник съемки в зависимости от желаемого результата.



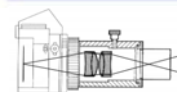
Съемка в прямом фокусе телескопа. Для этого типа съемки подойдет телескоп любого типа и фотоаппарат со съемным объективом. С помощью адаптера, например #Т-62 или #Т-64 и байонетное кольцо (*рис. адаптер Т*), либо другие адаптеры (*рис. Basic Camera Adapter*), фотоаппарат присоединяется к телескопу, который становится своеобразным его объективом. Можно примерно прикинуть, какого размера Луна получится на фотопленке, для этого надо выразить фокусное расстояние телескопа в метрах, примерно такого размера будет Луна в сантиметрах. Например, фокусное расстояние телескопа 2000мм, т.е. 2 метра, именно столько в сантиметрах, а именно 2 см. получится Луна на пленке. Установку выдержки можно доверить автоматике, т.к. в этом случае Луна будет занимать значительную часть кадра. Фокусное расстояние телескопа можно увеличить, используя 2^x линзу Барлоу. Эквивалентный фокус удвоится, но уменьшится светосила, что приведет к удлинению выдержки.

Съемка с окулярной проекцией. Для этого вида съемки применяется фотоаппарат со снятым объективом и присоединенным адаптером с установленным внутри окуляром (*рис. Projection Camera Adapter, Variable-Projection Tele-Extender*). Окуляр переносит изображение объекта из фокальной плоскости телескопа в плоскость фотопленки. Эквивалентное фокусное расстояние такой системы можно посчитать по простой формуле:

$$F_{\text{экв}} = F(d-f_{\text{ок}}) / f_{\text{ок}} ;$$

F- фокусное расстояние телескопа,
d- расстояние фотопленки от фокальной плоскости окуляра,
f_{ок}- фокусное расстояние окуляра

Например, фокус телескопа 2000мм, окуляр 26мм, расстояние пленки от фокальной плоскости окуляра 80мм, тогда эквивалентный фокус системы будет равен 4154мм. При таком фокусе Луна на пленке получится диаметром около 40мм. При этом относительное отверстие телескопа диаметром 203мм станет f/20,5.



Фотографирование звездных скоплений, туманностей и галактик

Съемка звезд и объектов дальнего космоса требует применения длительных выдержек. Для этого вида съемки используют оптику самого телескопа, который выступает в роли длиннофокусного объектива фотоаппарата. Сам телескоп должен быть установлен в экваториале, т.е. часовая ось его вращения должна быть направлена на северный Полюс Мира (*рис. Экваториальная платформа*), который находится вблизи Полярной. Можно использовать и азимутальную ориентацию, но тогда для устранения эффекта вращения фокальной плоскости необходимо применение специального деротатора поля (*рис. Деротатор поля*). Для увеличения светосилы, а значит уменьшения общей выдержки, можно применить редуктор фокуса, например Series 4000 f/6,3 Focal Reducer фирмы Meade (*рис. Фокальный редуктор*). На телескопах Шмидт-Кассегрен f/10 относительное отверстие (светосила) вырастает до f/6,3 за счет уменьшения фокусного расстояния телескопа. Применяв такой редуктор, мы можем сократить выдержку на 50%. Для точной коррекции часового ведения на телескопах серии LX применяется внеосевой гид #777 Off-Axis Guider, который направляет часть светового пучка в окуляр с



перекрестием (*Рис. Гид с камерой и окуляром*). Наблюдатель во время экспозиции корректирует работу часового механизма, удерживая гидирующую звезду в перекрестии окуляра (*Рис. Окуляр с сеткой*). Применяя пленки высокой чувствительности и выдержки от 30мин. до 60мин. можно получить фотографии газовых светящихся межзвездных облаков или далеких галактик, свет от которых шел до нас не одну сотню миллионов лет. Особо везучим может повезти открыть сверхновую в далекой галактике и таким образом оставить свое имя в истории. Но не ждите легких результатов. Астрофотография под силу целеустремленным и настойчивым. Желаю вам удачных снимков.

CCD-камеры для астрофотографии

Астрофотография в основном имеет дело со слабосветящимися объектами, требующие длительных выдержек. Не все бытовые цифровые камеры приспособлены для этого, т.к. тепловой шум матриц не позволяет получить нужный результат.

Специальные астрокамеры разработаны для этого. Программное обеспечение этих камер позволяет в автоматическом режиме выполнить целый ряд рутинной работы по первичной обработке снимка. Так Autostar Invisage позволяет не только управлять камерой и процессом съемки, но и автоматически отбрасывает плохие кадры (по установленным критериям), вычитает «темновые кадры», складывает, совмещая по указанным меткам и оптимизирует по специальному алгоритму. Результирующий кадр показывается на экране и меняется в результате суммирования с каждым последующим кадром экспозиции. Диапазон выдержек камер от 1/10000с до 2 часов. Самая главная особенность специализированных матриц – высокая чувствительность при малых собственных шумах.

Некоторые начинающие пользователи обращают внимание на скромные размеры матриц по сравнению с матрицами бытовых камер. В астрономической съемке пиксельность матрицы не играет решающего значения. Объекты съемки, как правило, имеют точечные размеры. Куда важнее угол охвата (поля) камеры при съемке широких звездных полей. Тут на помощь приходит специальная функция Drizzle, применяемая обработке снимков космического телескопа Hubble. В результате

пересчета каждого пикселя по серии кадров создается новый в заданной матрице размера нового кадра. Этим может быть достигнуто увеличение размера кадра в 2 раза по каждой стороне без ухудшения качества и разрешения.

CCD-матрицы Meade в рамках функции Drizzle могут управлять телескопом для съемки панорамных кадров без участия оператора. Промежуточные и окончательный снимок записывается в ПК пользователя.

Дальнейшая эстетическая обработка может быть произведена в любой фотопрограмме. Meade предлагает любителям несколько CCD-камер в разных ценовых диапазонах: Дешевые – LPI(Color); подороже – DSI II(Color) и DSI II Pro; дорогие – DSI III(Color) и DSI III Pro. Все они отличаются не только размером, но и чувствительностью матрицы.



Чем оснастить телескоп?

Фирма Meade производит для оснащения своих телескопов большой ассортимент дополнительных принадлежностей, расширяющие возможности телескопов. Как правило, они служат для проведения специфических наблюдений или решения специальных задач.

На первый взгляд может показаться, что необходимо всего 2-3 окуляра: для самого слабого, среднего и самого большого увеличения. Практика показывает, что применяемое увеличение должно быть рациональным, соответствующим данным атмосферным условиям, специфике наблюдаемого объекта. Выбираемый для этого окуляр должен иметь соответствующий фокус и поле зрения. Немаловажным фактором является его доступность, лучше иметь недорогой окуляр подходящих параметров, чем ждать, когда появятся деньги на приобретение очень дорогого окуляра с высочайшими параметрами. Для оптимизации набора окуляров применяются **линзы Барлоу**, которые увеличивают фокусное расстояние телескопа в 2, 3 или даже в 5 раз в зависимости от типа линзы. Увеличение фокуса телескопа в 2 раза равносильно удвоению увеличения с данным окуляром. Имея 3 окуляра и линзу Барлоу, мы имеем набор увеличений из 6 значений, что является минимальным для наблюдателя средней квалификации.

Многие инструменты комплектуются набором недорогих окуляров, дающих возможность проводить 80-90% наблюдений. Только после получения определенных навыков Вы сами почувствуете, какого окуляра Вам уже не хватает.

Окуляры Meade Series 4000 Super Plossl

4х-элементные окуляры Meade Super Plossl являются наилучшими окулярами неспециального назначения. Для наблюдения лунной поверхности, планет, двойных звезд или объектов дальнего космоса эти окуляры прекрасное дополнение как к f/10 Шмидт-Кассегрен, так и к f/16 рефрактору и к f/4 рефлектору. В настоящее время доступны в наборе с линзой Барлоу #126 и четырьмя цветными светофильтрами. Полный комплект размещен в удобном кейсе.



Окуляры Meade Series 5000

Серия SWA 5000 - дальнейшее развитие исторической линейки сверхширокоугольных окуляров от Meade. Они получили новое обличье. Появился выкручивающийся регулируемый эластичный наглазник. Его дизайн обеспечивает полную защиту от посторонней засветки, что очень важно именно для широкоугольных окуляров. Кроме того, любитель астрономии умеренных широт оценит ту защиту, которую он предоставляет глазу от стильного металла морозными зимними ночами. Качественное обрешивание предоставляет удобство для удержания в руках, да и защищает зимой пальцы от контакта с металлом.



Изменился не только внешний вид. Новые стекла и поиск лучшей конструкции оптики позволило заметно улучшить оптические свойства и соответственно качество изображения. Традиционный высокий уровень полировки, качество многослойного адаптированного для ночных наблюдений просветляющего покрытия, в сочетании с глубоким чернением нерабочих торцов линз и внутренних поверхностей оправ приводит к минимальному уровню рассеянного света и бликования.



Окуляры парфокальны (то есть не требует перефокусировки при смене увеличения) не только с другими окулярами серии 5000, но и большинством других окуляров от Meade и многих других производителей. Широкое поле в сочетании с минимальной сферической аберрацией в вынесенном выходном зрачке дает максимальный комфорт при наблюдении. Окуляры представляют собой взвешенный компромисс таких характеристик как ширина поля зрения, вес, габариты, качество изображения, вынос зрачка.



Улучшенная конструкция симметричных окуляров **"Super Plossl"** имеет поле зрения 52° и выходные линзы большего диаметра. Окуляры этой серии можно отнести к "стандартным" окулярам повышенной комфортности, имеющим самое универсальное применение вне зависимости от оптической конструкции телескопа.

Окуляры класса «Hi-End» в конструкции которых используются самые разнообразные оптические схемы с целью обеспечения широкого (для **SWA** - 68°) или сверхширокоугольного (для **UWA** - 82°) поля зрения.

Линзы Барлоу

Линзы Барлоу используются тысячами серьезных астрономов-любителей по всему миру. Эти линзы изменяют силу увеличения используемого окуляра, сохраняя при этом превосходное качество изображения. Низкие сферические и хроматические абберации во всем диапазоне фото-визуальных частот позволяют получать четкое, детализированное изображение с телескопом любой оптической конструкции. На все три варианта линзы Барлоу нанесено просветляющее покрытие для получения максимальной контрастности и коэффициента пропускания.



#126 2x короткофокусная линза Барлоу (1.25") - длиной всего 2.5", #126 подходит ко всем телескопам с посадочным диаметром окуляра 1.25", даже тем у которых пределы фокусировки ограничены, при этом сохраняя высокое качество изображения.

Цветные фильтры

Цветные фильтры - необходимый инструмент для любого наблюдателя Луны и планет, потому что фильтры позволяют увидеть те детали поверхности при наблюдениях и фотографировании, которые часто не видимы без применения фильтра.

Фильтры позволяют решить две основные проблемы при наблюдениях:

а) уменьшение излишней яркости, которая проявляется как размытие границы между более светлыми и более темными участками поверхности Луны или планеты, вызванное либо слишком контрастным светом, попадающим в человеческий глаз, либо возмущениями в земной атмосфере, через которую ведется наблюдение.

б) повышение контрастности, позволяющее разделить близлежащие участки по их цвету; к примеру, светло-зеленая область на поверхности может слиться для глаза с соседней светло-желтой областью так, что обе они будут казаться желто-зелеными, не разделяясь на два отдельных района.

От того применяете ли вы цветные фильтры Meade Series 4000 зависит увидите ли вы воронку кратера Slavius на Луне или нет; увидите ли пять-шесть атмосферных образований на Юпитере или только два-три; увидите ли внутреннее кольцо Сатурна или нет. В зависимости от атмосферных условий на Земле и на наблюдаемой планете эффект от применения фильтра может быть как незначительным так и просто фантастическим.

Для проведения наблюдений фильтры прикручиваются к корпусу любого 1,25" окуляра Meade, а также к большинству 1,25" окуляров других производителей. Окуляр с фильтром помещается в держатель окуляра Шмидт-Кассегрена или ахроматического рефрактора ED для фотографирования Луны и планет с окулярным увеличением. Также фильтры прикручиваются к Адаптеру камеры (1,25") и адаптеру камеры с изменяемым увеличением.

Каждый фильтр 4000 серии упакован в пластиковую коробку для безопасного длительного хранения. Фильтры продаются поштучно и комплектами по 4 штуки.

- Комплект #1 (4 фильтра): #12 Желтый; #23A Светло-красный; #58 Зеленый; #80A Синий.
- Комплект #2 (4 фильтра): #11 Желто-зеленый; #25A Красный; #47 Фиолетовый; #82A Светло-синий.
- Комплект #3 (4 фильтра): #8 Светло-желтый; #21 Оранжевый; #38A Темно-синий; #56 Светло-зеленый.

#905 Изменяемый поляризирующий фильтр (1,25"): для уменьшения яркости при наблюдениях Луны фильтр содержит два поляризирующих фильтра, установленных в специально изготовленный корпус. Этот фильтр позволяет устанавливать различную пропускающую способность в пределах от 5% до 25%, чтобы компенсировать яркость Луны в зависимости от ее фазы, используемого увеличения и апертуры телескопа. Для окуляров диаметром 1,25".

Другие полезные принадлежности

Из других полезных принадлежностей можно отметить:

- Противоросяники – для препятствия выпадению росы на оптике;
- Чехлы и кейсы – для хранения и транспортировки;
- Экваториальные платформы – для установки телескопов в экваториальное положение;
- Редукторы фокуса – для изменения светосилы телескопа;
- Балансировочные системы – для уравнивания оптических труб на монтировках при большом весе дополнительной аппаратуры;
- Соединительные кабели – для подключения телескопов и периферии к ПК;
- Сетевые адаптеры – для запитывания телескопов от сети или автоприкуривателя;
- Деротаторы поля и мотофокусировщики – для комфортной работы при астрофотографии;
- Солнечные фильтры H-альфа – для наблюдения Солнца в линии поглощения водорода;

- Подъемные зеркала – для астрофотографии;
- Виброгасящие пятки – для поглощения вибрации основания установки телескопа (вибрации почвы от перемещения наблюдателя);
- Коллиматор – для юстировки телескопов систем Ньютона;
и др.

А

Аберрация

Любые оптические дефекты и/или неточности конструкции, приводящие к ухудшению качества изображения. Основные виды аберраций: сферическая аберрация, хроматическая аберрация, кома, астигматизм, кривизна поля и дисторсия.

Азимутальная монтировка

Монтировка, позволяющая перемещать телескоп по высоте (вверх-вниз) и по азимуту (из стороны в сторону). Обычно используется для наблюдения за наземными объектами и птицами.

Апертура

Диаметр объектива телескопа. Измеряется обычно в миллиметрах или дюймах.

Апохромат

Объектив рефрактора, который сводит в точке фокуса большую часть воспринимаемых глазом цветов, практически полностью подавляя хроматическую аберрацию. Подобные объективы изготавливаются из особых сортов стекла, что обуславливает их высокую цену.

Ахромат Объектив рефрактора, который сводит в точке фокуса лучи синих и красных цветов, значительно (но не полностью) уменьшая хроматическую аберрацию.

Г

Главное зеркало

Оптический элемент, одной из поверхностей которого придана сферическая или параболическая форма и нанесен отражающий слой. В рефлекторах Ньютона для устранения сферической аберрации предпочтительно использовать главное зеркало параболической формы.

Д

Диагональное зеркало

Зеркало, расположенное под углом в 45 градусов к оптической оси и изменяющее направление хода лучей в телескопе на 90 градусов. Вместо зеркала иногда применяется призма, имеющая то же назначение.

Диаметр выходного зрачка

Диаметр пучка света, выходящего из окуляра телескопа. Значение этой величины в миллиметрах равно отношению диаметра объектива к увеличению телескопа.

Диск Эри

Центральный диск дифракционной картины. Диаметр диска Эри обратно пропорционален диаметру объектива телескопа.

З

Зум (zoom)

Оптическая система с переменным фокусным расстоянием.

И

Искатель

Мини-телескоп с маленьким увеличением и большим полем зрения, установленный параллельно основному телескопу. Искатель предназначен для облегчения наведения телескопа на объект.

Искатель полюса

Специальный искатель, с помощью которого значительно облегчается процедура настройки экваториальной монтировки на Полюс Мира. Искатель полюса обычно устанавливается внутри полярной оси монтировки.

К

Катадиоптрический телескоп

Система телескопа, в которой для формирования изображения используются линзы, и зеркала. Катадиоптрические телескопы обычно более компактны, чем телескопы других конструкций.

Координатные круги

Круги на монтировке телескопа с нанесенными на них метками — градусами по склонению и часами по прямому восхождению. Позволяют навестись на объект с известными экваториальными координатами.

Л

Линза

Прозрачный, обычно стеклянный элемент оптической системы с искривленными поверхностями.

Линза Барлоу

Отрицательная линза, увеличивающая фокусное расстояние телескопа (а значит и его увеличение). Коэффициент увеличения равен кратности линзы Барлоу (например, 2х линза поднимает увеличение в 2 раза). Линза Барлоу устанавливается в фокусируемый узел перед окуляром.

М

Мениск

Выпукло-вогнутая линза, которая устанавливается перед главным зеркалом в телескопах системы Максутова-Кассегрена.

Монтировка

Устройство, предназначенное для наведения трубы телескопа на объект и слежения за ним. Различают азимутальные и экваториальные монтировки.

О

Оборачивающая призма

Призма Амичи, используемая в рефракторных и катадиоптрических телескопах для получения прямого (не перевернутого и не зеркального) изображения. Устанавливается в фокусируемый узел перед окуляром.

Объектив

Основной "приемный" элемент оптической системы.

Окуляр

Оптическая система, обращенная к глазу наблюдателя и увеличивающая изображение, даваемое объективом телескопа.

Относительное отверстие

Отношение диаметра объектива к его фокусному расстоянию. Записывается в виде дроби: 1:5, 1:7, 1:10 и т.д.

Относительное фокусное расстояние

Отношение фокусного расстояния телескопа к диаметру объектива. Записывается в виде дроби: $f/5$, $f/7$, $f/10$. Например, запись $f/10$ означает, что фокусное расстояние в 10 раз больше диаметра объектива.

П

Поле зрения

Максимальный угол зрения оптического прибора. Поле зрения телескопа равно отношению субъективного поля зрения окуляра к увеличению телескопа.

Полярная ось

Ось монтировки телескопа параллельная оси вращения Земли.

Просветление

Специальное покрытие, наносимое на линзы для улучшения их пропускающей способности и уменьшения бликов. Наиболее эффективно многослойное просветление.

Противоросник

Обычно представляет собой черный цилиндр, который при наблюдениях устанавливается на телескоп спереди. Предотвращает образование росы при остывании объектива и выполняет функции бленды.

Проницающая способность

Определяется блеском наиболее слабых звезд, видимых в данный телескоп. Вычисляется по формуле: $m = 2,5 + 5 \lg D$, где D — диаметр объектива в миллиметрах.

Р

Разрешающая сила

Способность телескопа различать мелкие детали. В отношении звезд разрешающая сила определяется пределом Дауэса ($116"/D$, где D — диаметр объектива в миллиметрах).

Рефлектор

Система телескопа, в которой для формирования изображения используются зеркала.

Рефрактор

Система телескопа, в которой для формирования изображения используются линзы.

С

Светосила

Отношение диаметра объектива к его фокусному расстоянию (D/f). Более светосильный инструмент позволит делать более короткие выдержки при фотографировании слабых астрономических объектов. С другой стороны, светосильные инструменты сложнее в изготовлении и юстировке, и они в большей мере подвержены влиянию различных оптических аберраций.

Светофильтр

Обычно это диск из цветного стекла или пленки, который помещается перед окуляром или объективом телескопа. Фильтр пропускает лучи только определенных длин волн, а остальные задерживает. **(Для наблюдений Солнца необходимо использовать только специально предназначенные фильтры, надеваемые на объектив).**

Субъективное поле зрения окуляра

"Собственное" поле зрения окуляра, определяемое его оптической системой. Для астрономических наблюдений более предпочтительны широкоугольные окуляры, т.к. они обеспечивают большее поле зрения, однако их стоимость выше, чем у обычных окуляров.

Сферическая аберрация

Размывание изображения, вызванное тем, что сферическое зеркало или линза не может собрать все попавшие на него лучи в точку фокуса. Свет, попадающий на края и центр сферического зеркала или линзы, сходится в разных точках.

У

Увеличение

Значение, показывающее, насколько система увеличивает видимый размер объектов. Определяется отношением фокусного расстояния объектива к фокусному расстоянию телескопа.

Удаление выходного зрачка

Расстояние от глазной линзы окуляра до глаза наблюдателя. Окуляры с большим удалением выходного зрачка дают больший комфорт при наблюдениях. Большое удаление выходного зрачка особенно необходимо для людей, наблюдающих в очках.

Ф

Фокусировочный узел

Приспособление для фокусировки телескопа. В рефлекторах и рефракторах фокусировка обычно осуществляется перемещением окуляра, а в системах Максудова-Кассегрена и Шмидта-Кассегрена — перемещением главного зеркала.

Фокусное расстояние

Расстояние от объектива (линзы или основного зеркала) до точки, в которой сходится параллельный пучок света. Точка схождения лучей называется фокусом.

Х

Хроматическая аберрация

Оптический дефект, вызываемый свойством линзы по-разному преломлять световые лучи разного цвета. Приводит к нежелательному окрашиванию ярких объектов. Ахроматические объективы призваны исправлять данный недостаток частично, а апохроматические — полностью.

Э

Экваториальная монтировка

Монтировка телескопа, одна из осей которой параллельна оси вращения Земли. В сочетании с часовым приводом это облегчает слежение телескопа за небесными объектами при фотографических и визуальных наблюдениях.

Ю

Юстировка

Процесс настройки оптических элементов телескопа. Чаще всего требуют юстировки телескопы-рефлекторы, реже всего — рефракторы.