

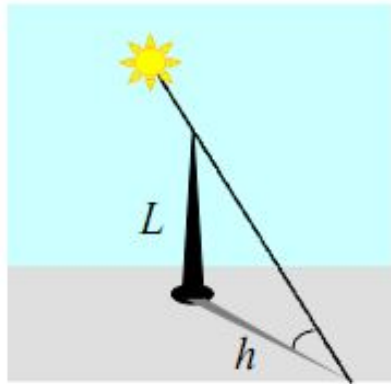
НАБЛЮДАТЕЛЬНАЯ АСТРОНОМИЯ

**Докладчик:
Таюпов Мансаф Масхутович**

Астрономические наблюдения

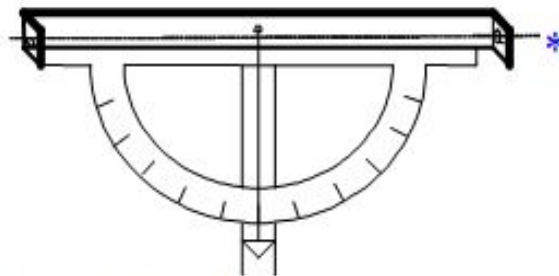


Угломерные инструменты



Гномон:

Зная длину гномона L и измерив длину отбрасываемой им тени l , можно найти угловую высоту Солнца над горизонтом h по формуле: $\operatorname{tg} h = \frac{L}{l}$



Простейший высотомер состоит из деревянной линейки с визирами на концах к которым крепится транспортир и небольшой отвес. После наводки линейки на светило производится отсчет его высоты по шкале транспортира. Последовательное уменьшение “работающей” части дуги транспортира до $1/4$, $1/6$ и $1/8$ части окружности соответственно превращает прибор в квадрант, секстант, октант.

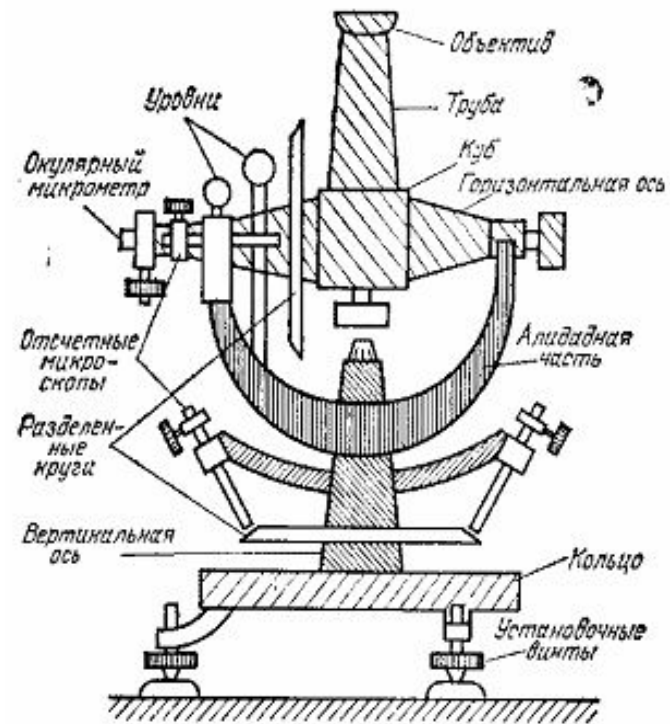
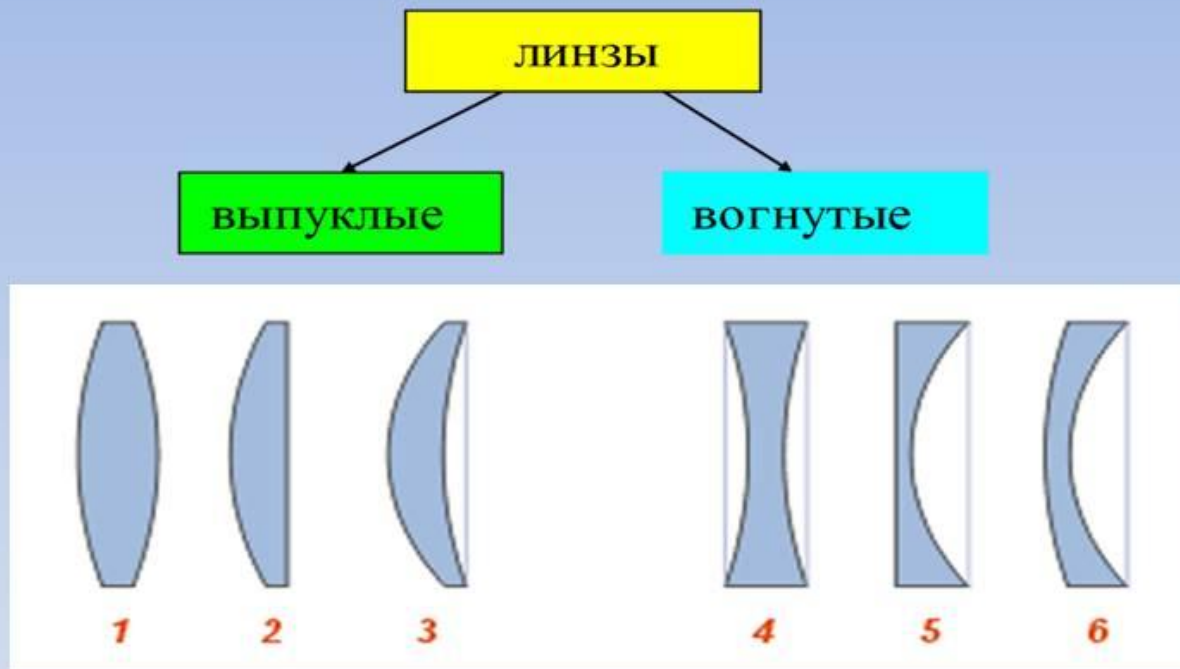


Схема универсального инструмента

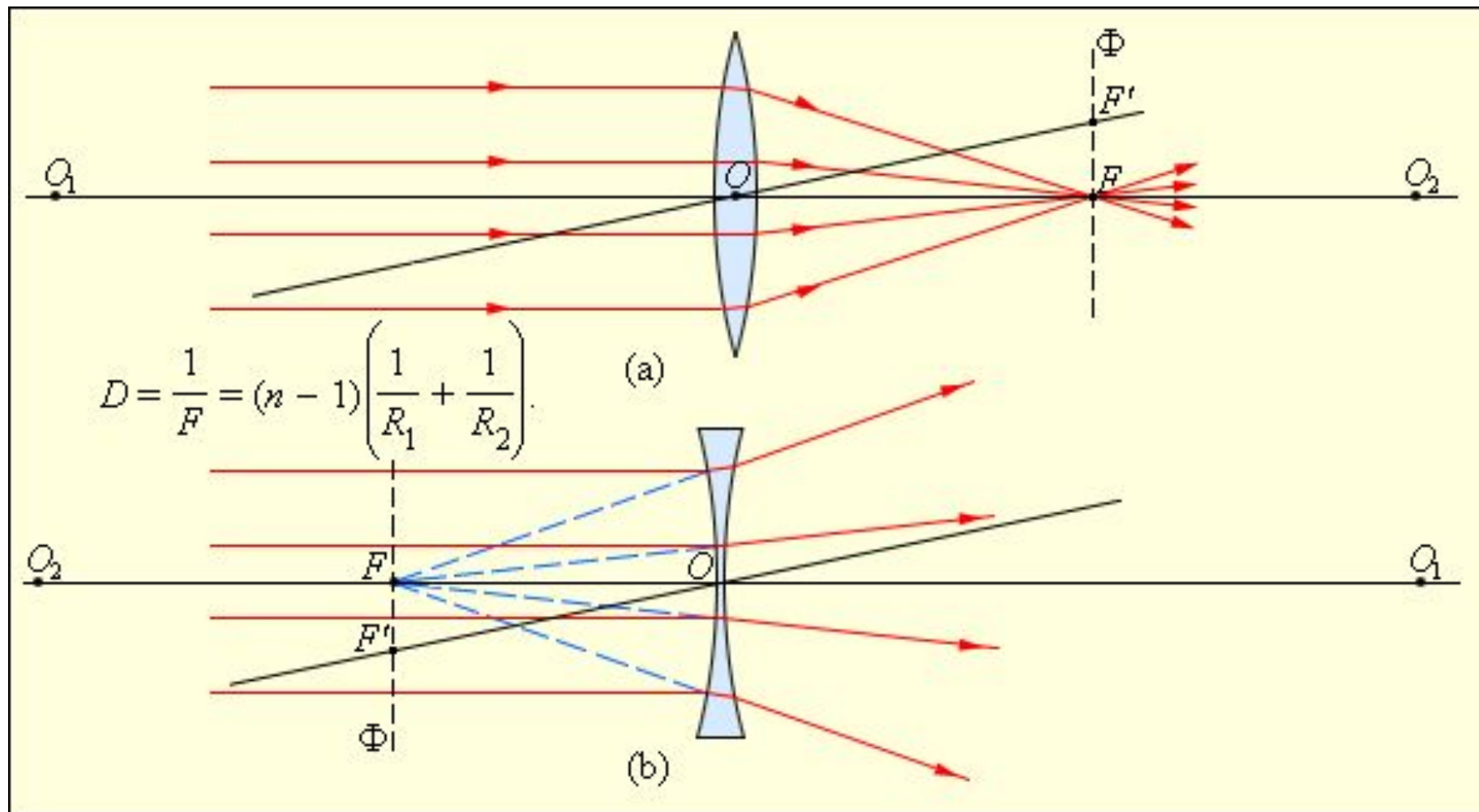
Виды линз



Выпуклые линзы бывают: двояковыпуклые(1), плосковыпуклые (2), вогнуто-выпуклые (3).

Вогнутые линзы бывают: двояковогнутые (4), плосковогнутые (5), выпукло-вогнутые (6).

Линзы



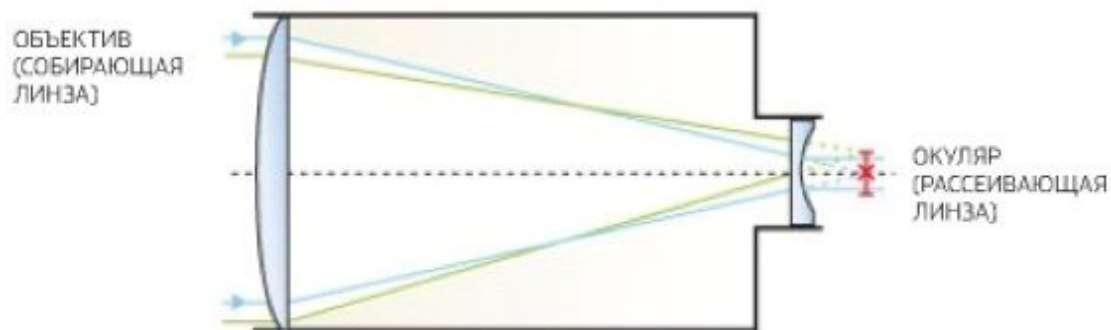
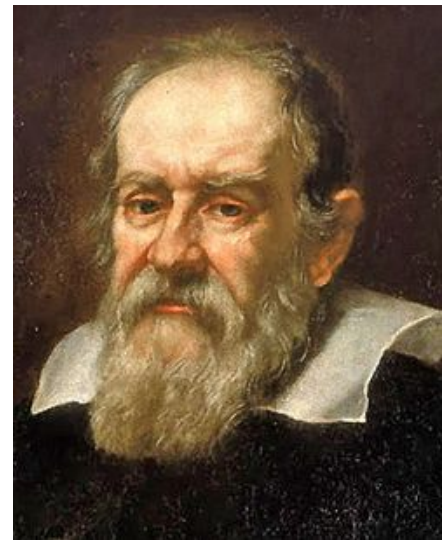
Подзорная труба



Иоанн Липперсгей в 1608 году первым продемонстрировал своё изобретение — двухлинзовую зрительную трубу в Гааге.

Телескоп Галилея

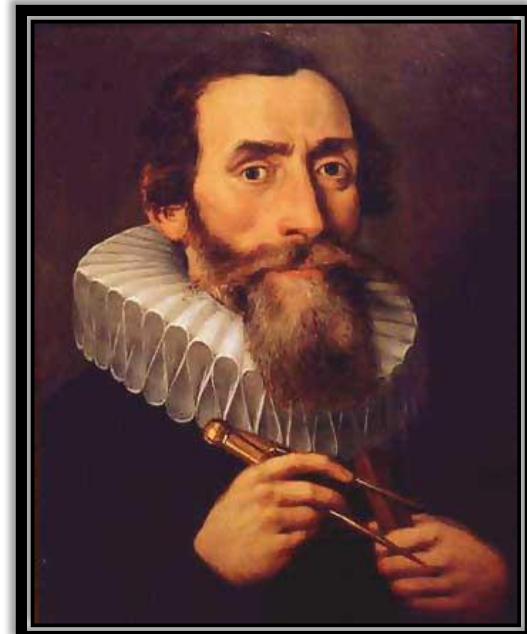
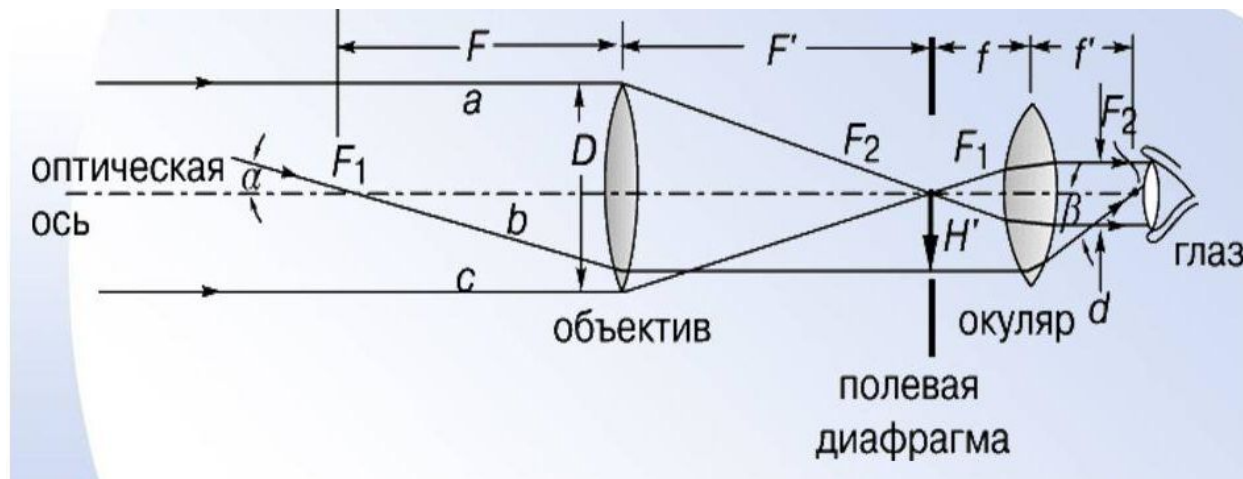
Первым, кто направил зрительную трубу в небо, превратив её тем самым в телескоп, стал итальянский ученый Галилео Галилей. Галилей в 1609 году конструирует собственноручно первый телескоп.



Лучи, идущие от предмета, проходят через собирающую линзу и становятся сходящимися. Затем они попадают на рассеивающую линзу и становятся расходящимися. Они дают **мнимое, прямое, увеличенное** изображение предмета. С помощью своей трубы с 30-кратным увеличением Галилей сделал ряд астрономических открытий: Обнаружил горы на Луне, пятна на Солнце, открыл четыре спутника Юпитера, фазы Венеры, установил, что Млечный Путь состоит из множества звезд.

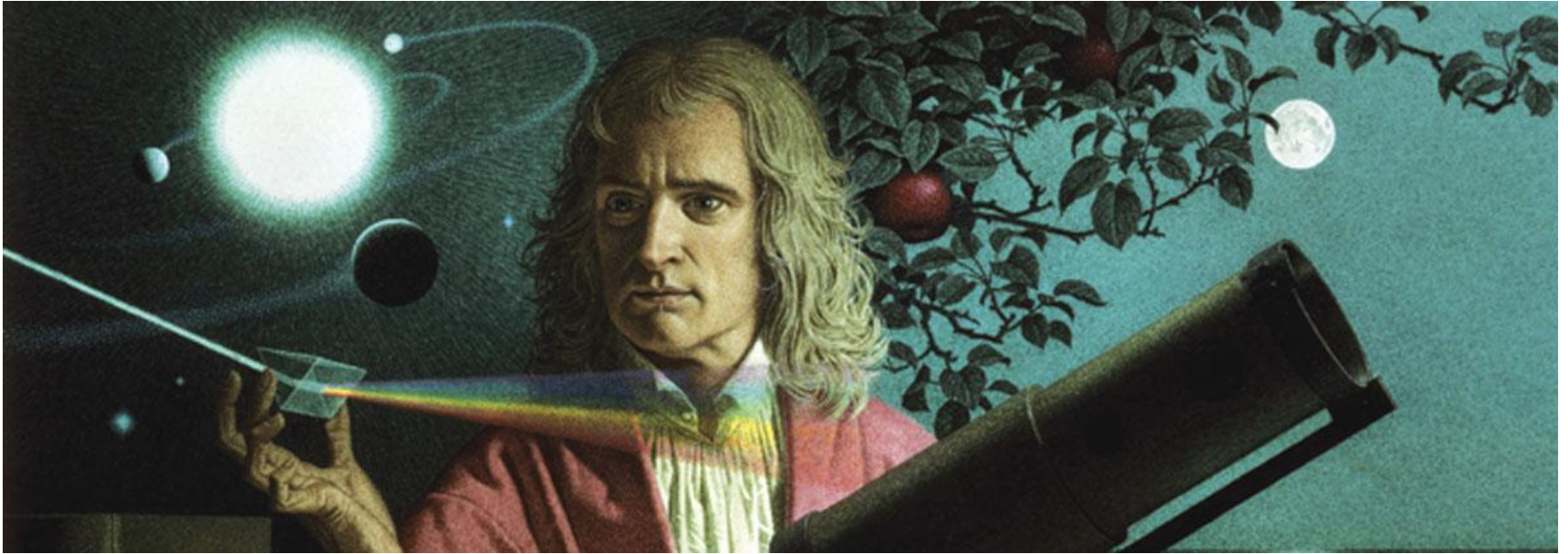
В наше время в основном применяются в театральных биноклях.

Кеплеровы телескопы

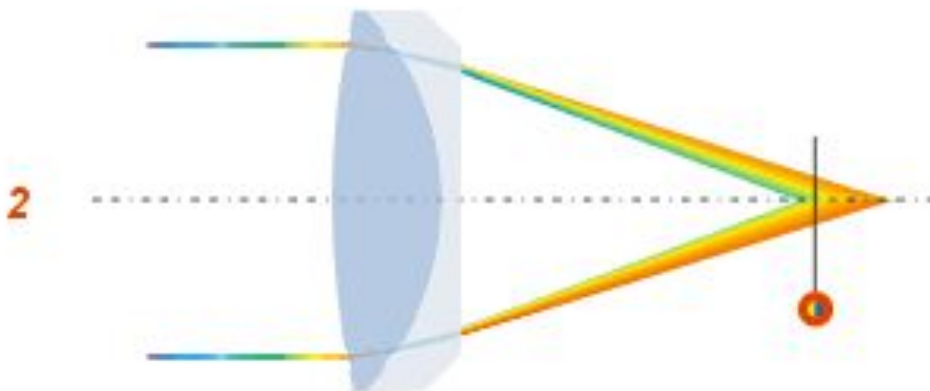
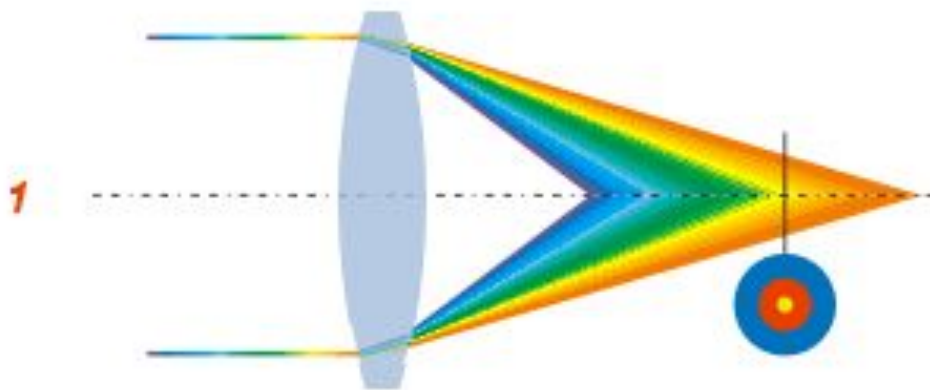


Иоганн Кеплер в 1611 г. усовершенствовал телескоп, заменив рассеивающую линзу в окуляре собирающей. Он предложил схему телескопа с перевернутым изображением, но значительно большим полем зрения и увеличением, чем у Галилея. Эта конструкция достаточно быстро вытеснила прежнюю и стала стандартом для астрономических телескопов.

Хроматическая абберрация

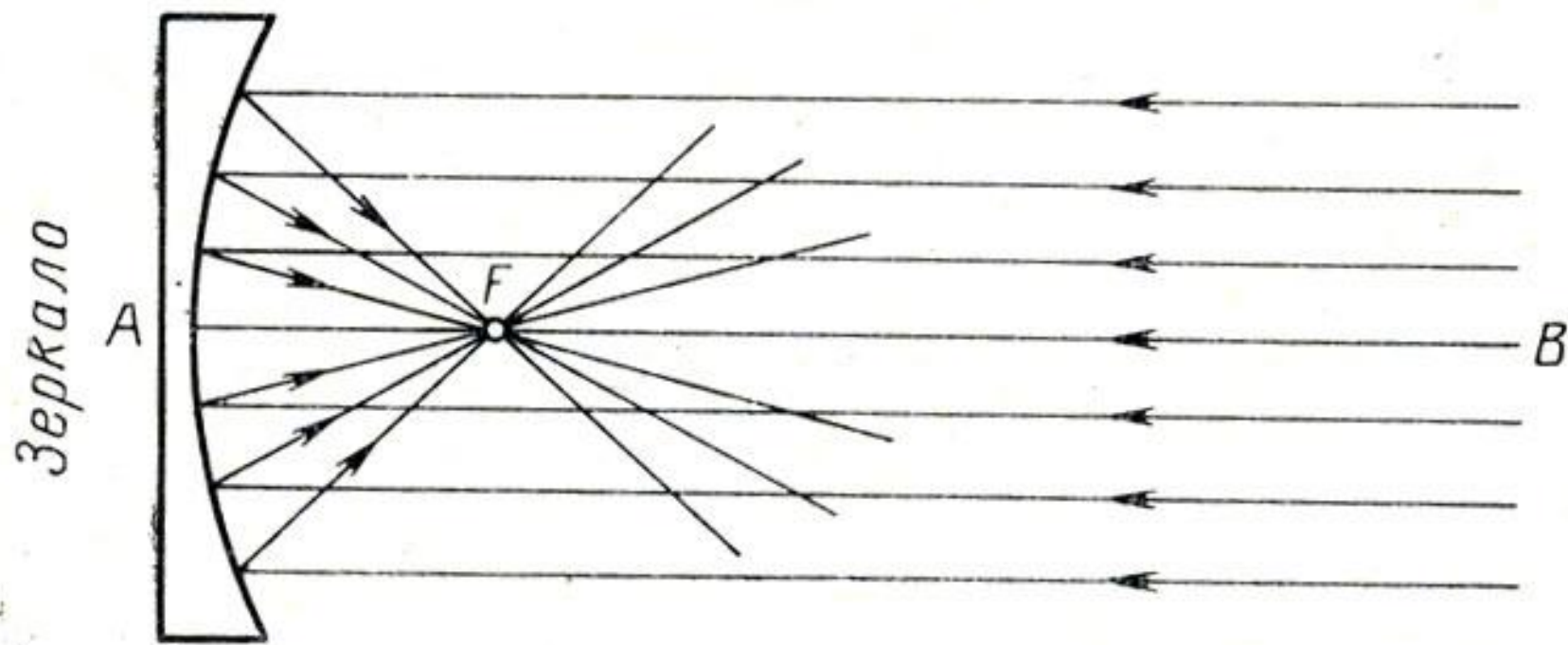


- Хроматическая абберрация — разновидность абберрации оптической системы, обусловленная зависимостью показателя преломления среды от длины волны проходящего через неё излучения (то есть, дисперсией света). Из-за паразитной дисперсии фокусные расстояния не совпадают для лучей света с разными длинами волн (лучей разных цветов)



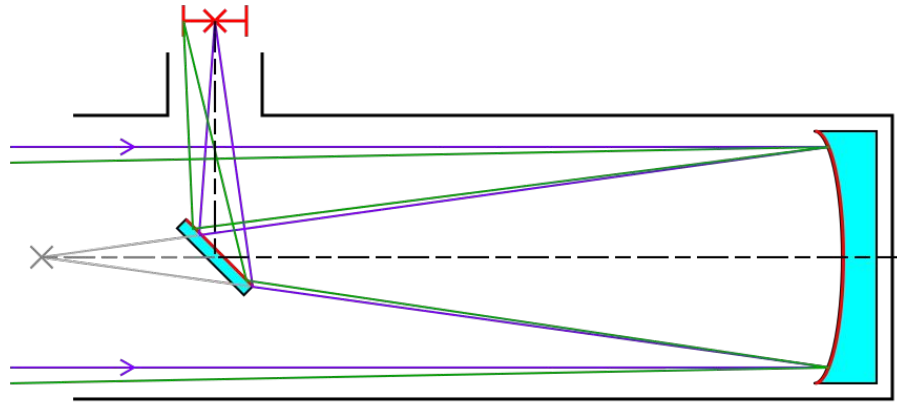
Сейчас в рефракторах используют ахроматические объективы - собирающая линза склеивается из двух сортов стекла, которые взаимно почти уничтожают хроматизм друг друга благодаря разному коэффициенту преломления лучей. Точнее максимально сближаются фокусы лучей каких-то двух цветов.

Догадка Ньютона



При отражении длина световой волны не
меняется

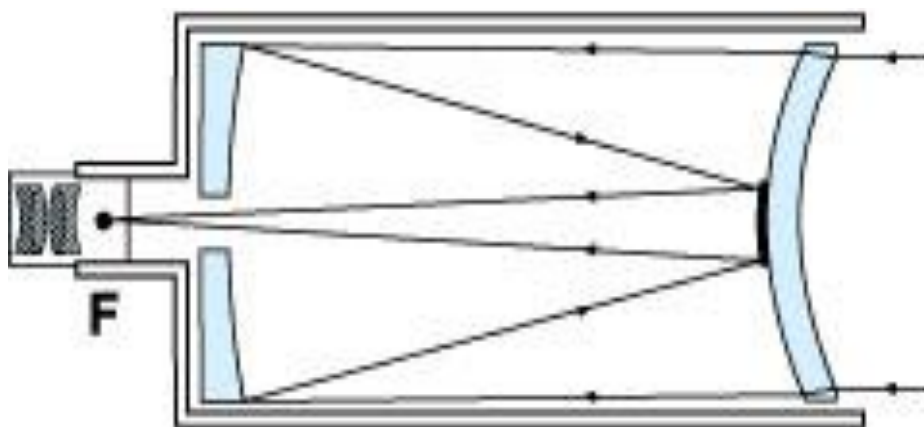
Телескопы Ньютона



Здесь главное зеркало направляет свет на небольшое плоское диагональное зеркало, расположенное вблизи фокуса. Оно, в свою очередь, отклоняет пучок света за пределы трубы, где изображение рассматривается через окуляр или фотографируется. Главное зеркало параболическое, но если относительное отверстие не слишком большое, оно может быть и сферическим.

КАТАДИОПТРИЧЕСКИЕ ТЕЛЕСКОПЫ

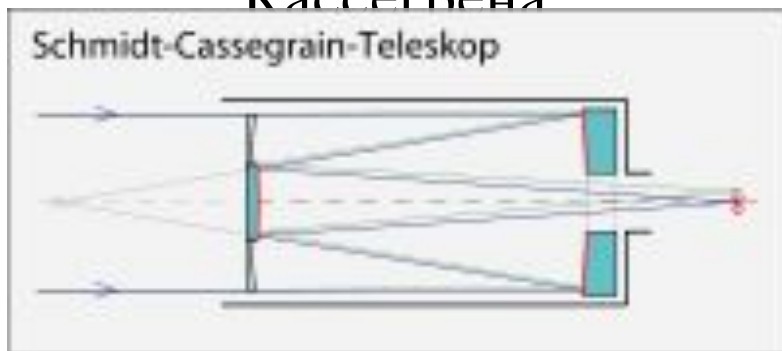
- **Зеркально-линзовые** (катадиоптрические) телескопы используют как линзы, так и зеркала, за счет чего их оптическое устройство позволяет достичь великолепного качества изображения с высоким разрешением, при том, что вся конструкция состоит из очень коротких портативных оптических труб.



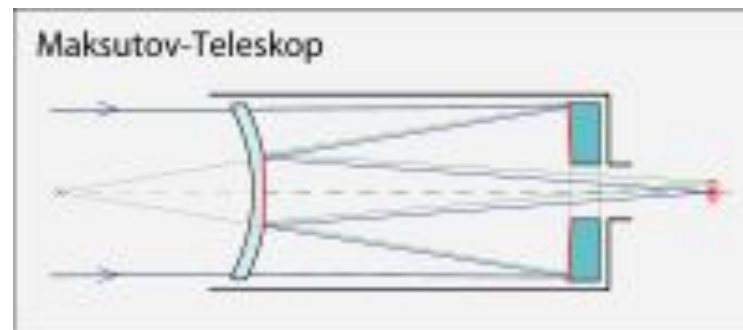
КАТАДИОПТРИЧЕСКИЕ ТЕЛЕСКОПЫ



Телескоп Шмидта —
Кассегрена

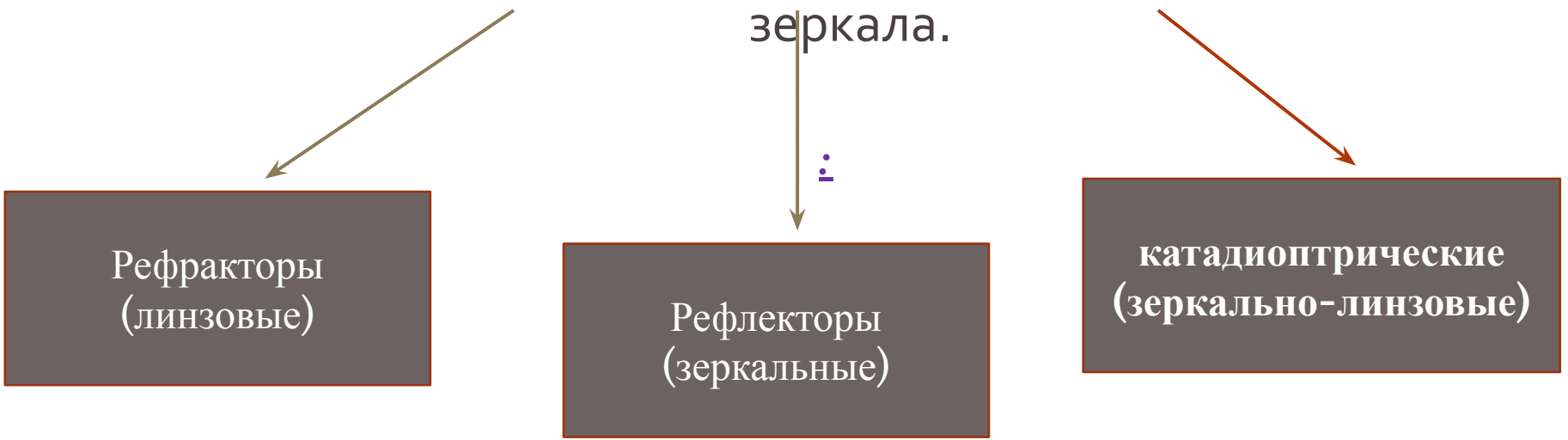


Телескоп Максутова —
Кассегрена



Оптические телескопы

Стремясь усовершенствовать конструкцию телескопа таким образом, чтобы добиться максимально высокого качества изображения, ученые создали несколько оптических схем, использующих как линзы, так и зеркала.



```
graph TD; A[Стремясь усовершенствовать конструкцию телескопа таким образом, чтобы добиться максимально высокого качества изображения, ученые создали несколько оптических схем, использующих как линзы, так и зеркала.] --> B[Рефракторы (линзовые)]; A --> C[Рефлекторы (зеркальные)]; A --> D[катадиоптрические (зеркально-линзовые)];
```

Рефракторы
(линзовые)

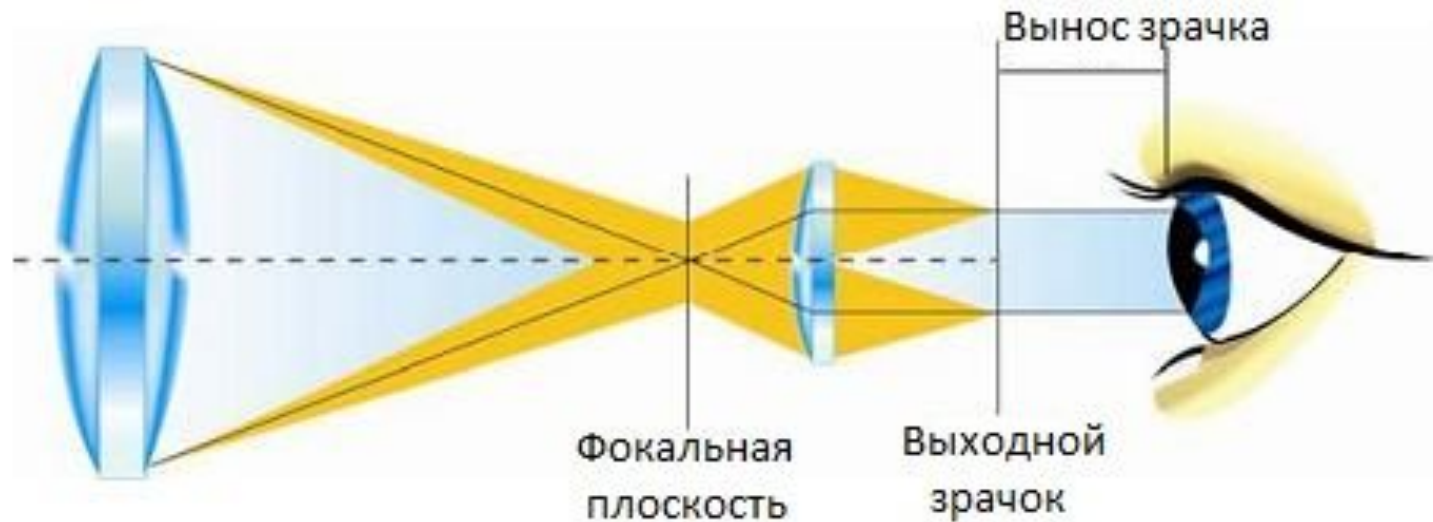
Рефлекторы
(зеркальные)

катадиоптрические
(зеркально-линзовые)

Характеристики телескопов

- **Апертура телескопа (D)** — это диаметр главного зеркала телескопа или его собирающей линзы. Чем больше апертура, тем больше света соберёт объектив и тем более слабые объекты вы увидите.
- **Фокусное расстояние** — это расстояние, на котором зеркало или линза объектива строит изображение бесконечно удаленного объекта.

Характеристики телескопов

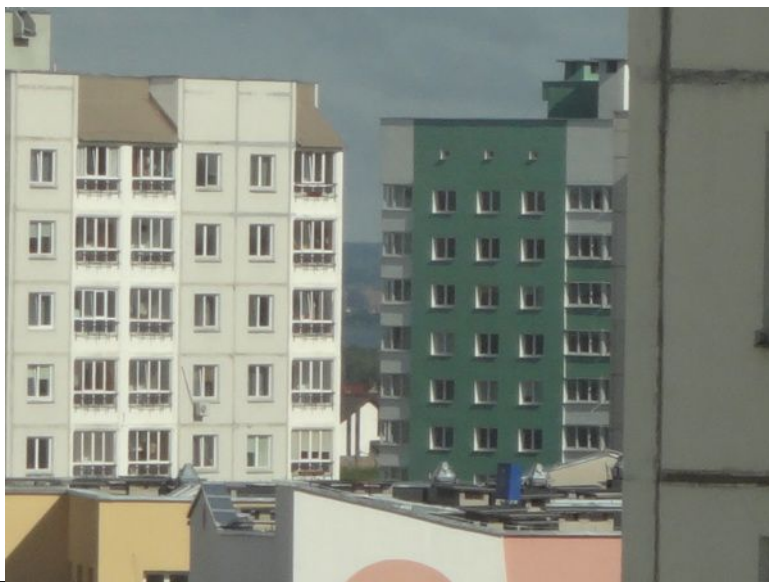


- **Выходной зрачок телескопа** равен отношению апертуры телескопа к его кратности. Зная данное значение для выбранной пары телескоп-окуляр, вы поймете, получает ли ваш глаз весь свет, собранный линзой телескопа. Диаметр полностью расширенного зрачка среднестатистического человека составляет около 6 мм.

Характеристики телескопа.

- **Кратность или увеличение телескопа (Γ)** показывает, во сколько раз телескоп может увеличить видимый объект. Кратность телескопа можно вычислить через соотношение фокусных расстояний объектива и окуляра:
 - $\Gamma = \frac{F}{f}$
 - где F —фокусное расстояние объектива, а f —фокусное расстояние окуляра.

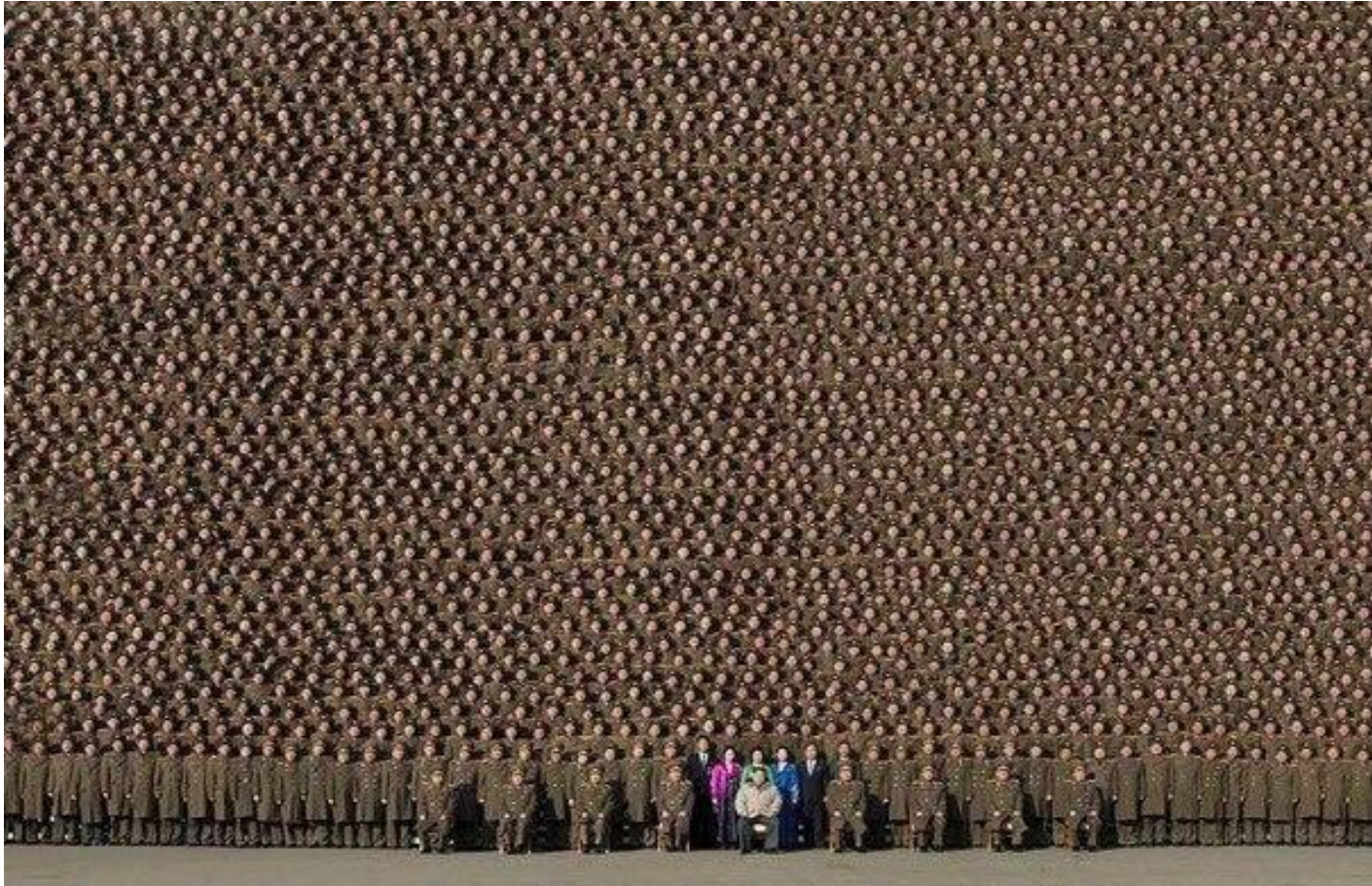
Характеристики телескопа. Увеличение.



Увеличение телескопа — это отношение размеров изображения видимого в телескоп и невооруженным глазом

Характеристики телескопа. Разрешающая способность.

Разрешающая способность определяет возможность телескопа различить два смежных объекта на небе. Телескоп с большей разрешающей способностью позволяет лучше увидеть два близко расположенных друг к другу объекта, например компоненты двойной звезды.



$r = 140/D$, где r – угловое разрешения, а D – диаметр объектива

Проницающая сила телескопа

- Проницающей силой телескопа называется **видимая звездная величина** наиболее слабой звезды, доступной для наблюдения данным телескопом. Она вычисляется по формуле:

- $$m_{\tau} = 2.10 + 5 \cdot \lg D$$

- где D —диаметр объектива телескопа, мм.

Строение телескопа – рефрактора



Труба телескопа



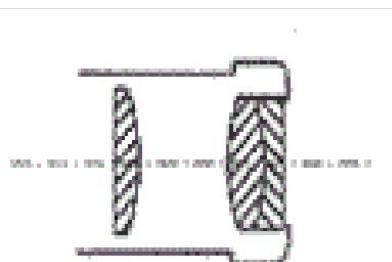
Искатель



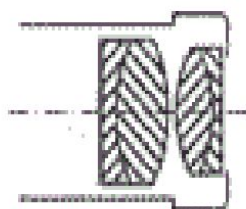
Окуляр



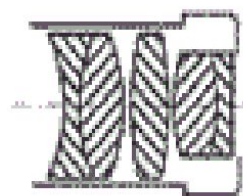
Виды окуляров



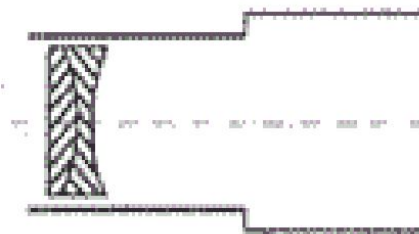
Кельнер



Плёссл



Эрфле



линза Барлоу

Линза Барлоу



- Линза Барлоу — это рассеивающая линза или система линз, увеличивающая эффективное фокусное расстояние телескопа, вследствие чего во столько же раз вырастает увеличение телескопа (но одновременно с этим уменьшается поле зрения).

Выбор окуляра

- Прежде всего, перед тем как выбрать окуляр, который Вы будите использовать, необходимо определиться с объектом наблюдения и установить увеличение, которого Вы хотите добиться. Зная этот параметр фокусное расстояние окуляра, легко можно найти по формуле:

$$\propto f = F / \Gamma$$

- где F —фокусное расстояние объектива, а Γ —искомое увеличение.

- **Предельное $2 \cdot D$** под выходной зрачок диаметром 0.5 мм. Оно актуально большей частью на небольших по апертуре телескопах при технических работах связанных с юстировкой, разрешением предельных двойных звезд иногда для рассматривания контрастных деталей ярких планет (Меркурий, Марс, кольцо Сатурна, детали терминатора Луны). Еще большие увеличения не возбраняются, но их применение дает слишком тусклое и малоконтрастное изображение, очень уж маленькое поле зрения и не добавляет новых деталей
- **Разрешающее $1.4 \cdot D$** под выходной зрачок диаметром 0.7 мм - рабочее "планетное" увеличение, которое обычно используют при наблюдениях двойных звезд, деталей на дисках планет, на поверхности Луны.
- **Лунное или вспомогательное $1 \cdot D$** - выходной зрачок диаметром 1 мм. Это вспомогательное "планетное" увеличение, используемое при наблюдениях планет на телескопах больших апертур (особенно в условиях реальной атмосферы), спутников Сатурна, для разрешения на звезды скоплений составленных из тесно расположенных тусклых звезд, рассматривания компактных планетарных туманностей, идентификации тусклых звездообразных объектов типа Плутона, детальных наземных наблюдений, обзора дисков Луны и Солнца.
- **Проницающее звездное $0.7D$** увеличение с выходным зрачком диаметром 1.4 мм. Оно наиболее эффективно для разрешения на звезды шаровых и компактных рассеянных скоплений, наблюдений умеренно протяженных планетарных туманностей и т.п.
- **Проницающее дипскайное $D/2$** под выходной зрачок 2 мм. Это рабочее увеличение по компактным галактикам и туманным образованиям на пределе проницания телескопа, рассматривания тонкой структуры ярких диффузных туманностей
- **Дипскайное $D/3$** под выходной зрачок диаметром 3 мм. Это наиболее часто используемое увеличение по большинству популярных объектов дальнего космоса, вроде объектов из каталога Мессье, Кадвелла и Гершеля.
- **Равнозрачковое, поисковое $D/5..D/7$** под выходной зрачок от 5 до 7 мм. Это обзорное и поисковое увеличение для достижения максимального поля зрения и яркости ночной "картинки" с минимальным увеличением. Меньшие увеличения, если они способствуют росту наблюдаемого поля зрения, вполне возможны, но надо помнить, что при этом зрачок глаза наблюдателя обрезает часть света собранного входной апертурой телескопа.

Выбор окуляра (<http://www.astrocalc.ru>)

Телескоп

Диаметр объектива мм

Фокусное расстояние телескопа мм

Фокусер ▼

Окуляр

Фокусное расстояние окуляра мм

Поле зрения окуляра °

☐ Линза Барлоу ▼

Рассчитать

Параметры телескопа:

Типовые увеличения:

Максимальное (2D)	: 180.00x	(с окуляром 5.00мм)	(?)
Разрешающее (1.4D)	: 126.00x	(с окуляром 7.14мм)	(?)
Большое (1D)	: 90.00x	(с окуляром 10.00мм)	(?)
Проницающее (0.7D)	: 63.00x	(с окуляром 14.29мм)	(?)
Среднее (D/2)	: 45.00x	(с окуляром 20.00мм)	(?)
Умеренное (D/3)	: 30.00x	(с окуляром 30.00мм)	(?)
Равнозрачковое (D/6)	: 15.00x	(с окуляром 60.00мм)	(?)

Другие параметры:

Относительное отверстие	: 1/10.00	(?)
Разрешающая способность	: 1.56"	(?)
Предельная звездная величина	: 12.3	(?)
Максимальное поле зрения	: 1° 43' 19" (1.722°)	(?)
Размер кратеров на Луне	: 5.8км	(?)

Диагональные зеркала



Светофильтры



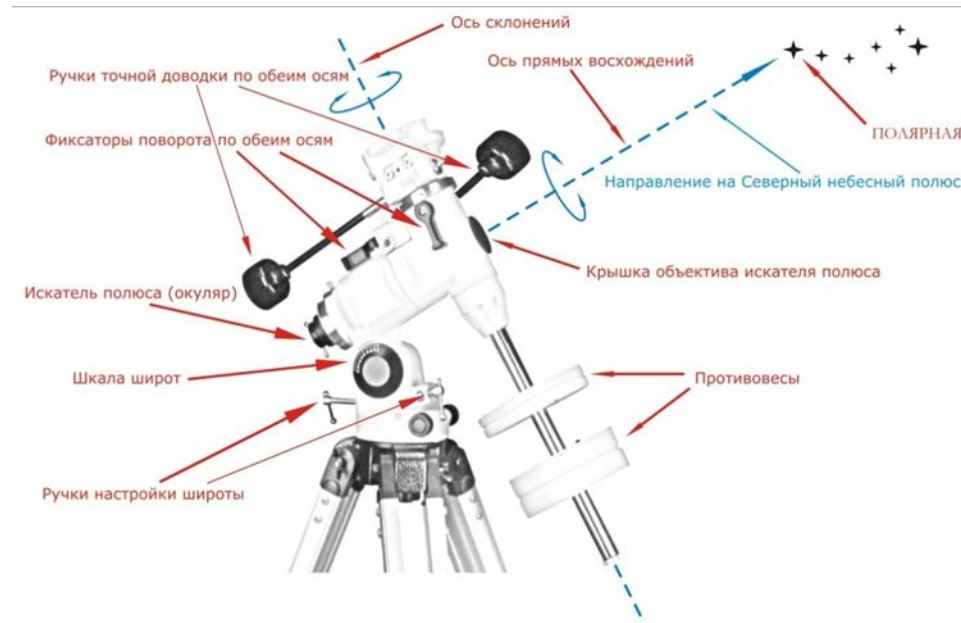
Солнечный фильтр



Монтировка телескопа

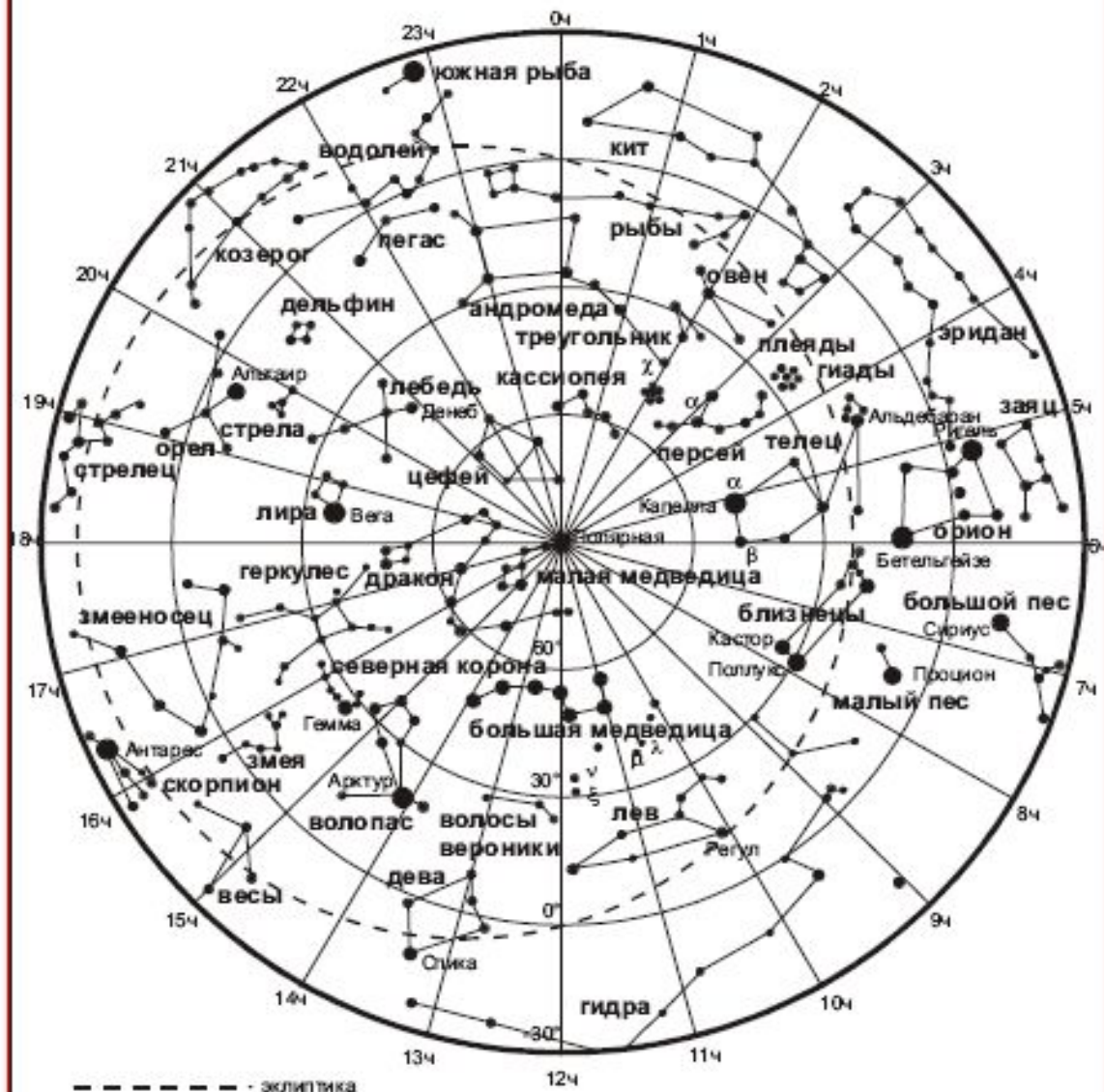


Экваториальная монтировка



звездное небо северного полушария

от полюса до склонения -30°



звездные величины

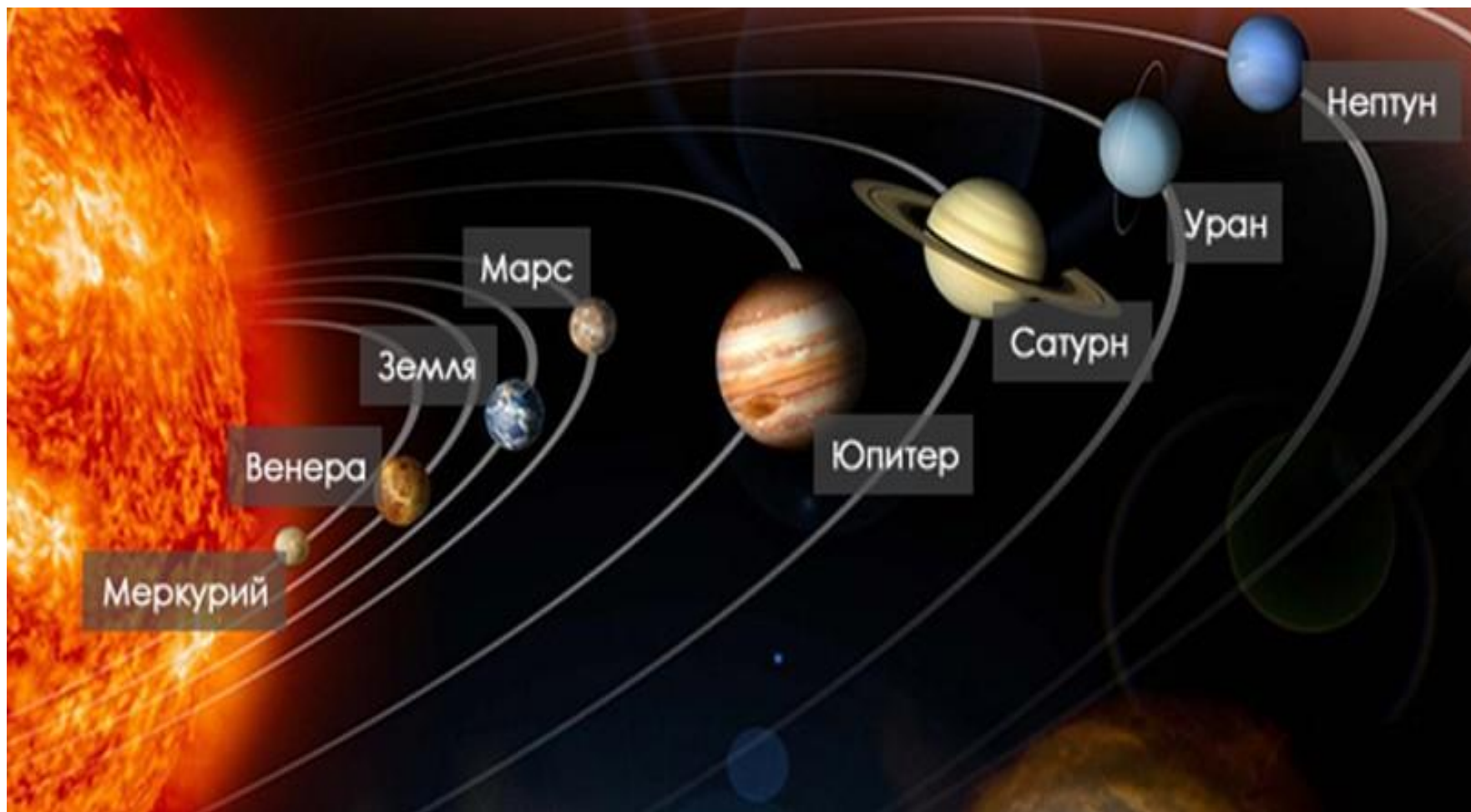


скорпион - созвездие
Сириус - звезда

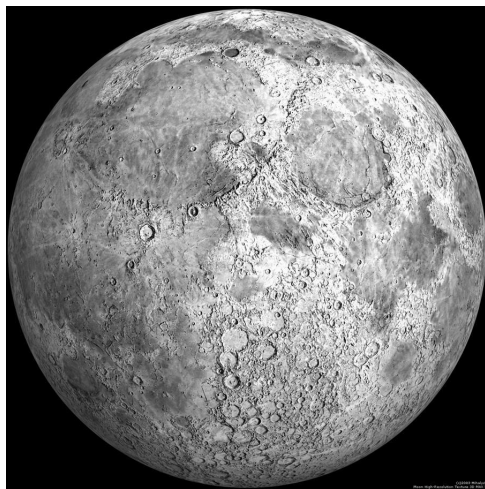
Прямым восхождением (α) светила называется дуга небесного экватора от точки весеннего равноденствия до круга склонения светила, или угол между направлением на точку весеннего равноденствия и плоскостью круга склонения светила.

Склонение (δ) в астрономии — одна из двух координат экваториальной системы координат. Равняется угловому расстоянию на небесной сфере от плоскости небесного экватора до светила и обычно выражается в градусах, минутах и секундах дуги. Склонение положительно к северу от небесного экватора и отрицательно к югу.

Что лучше всего можно увидеть в телескоп?



Что лучше всего можно увидеть в телескоп?



Луна



Солнце



Юпитер

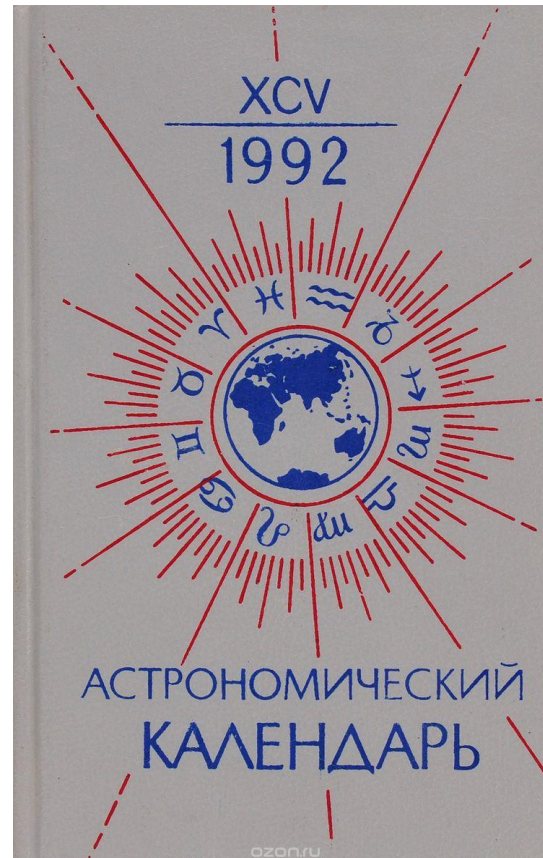
Как найти нужные объекты на небе?

- 1. Хорошо ориентироваться в созвездиях



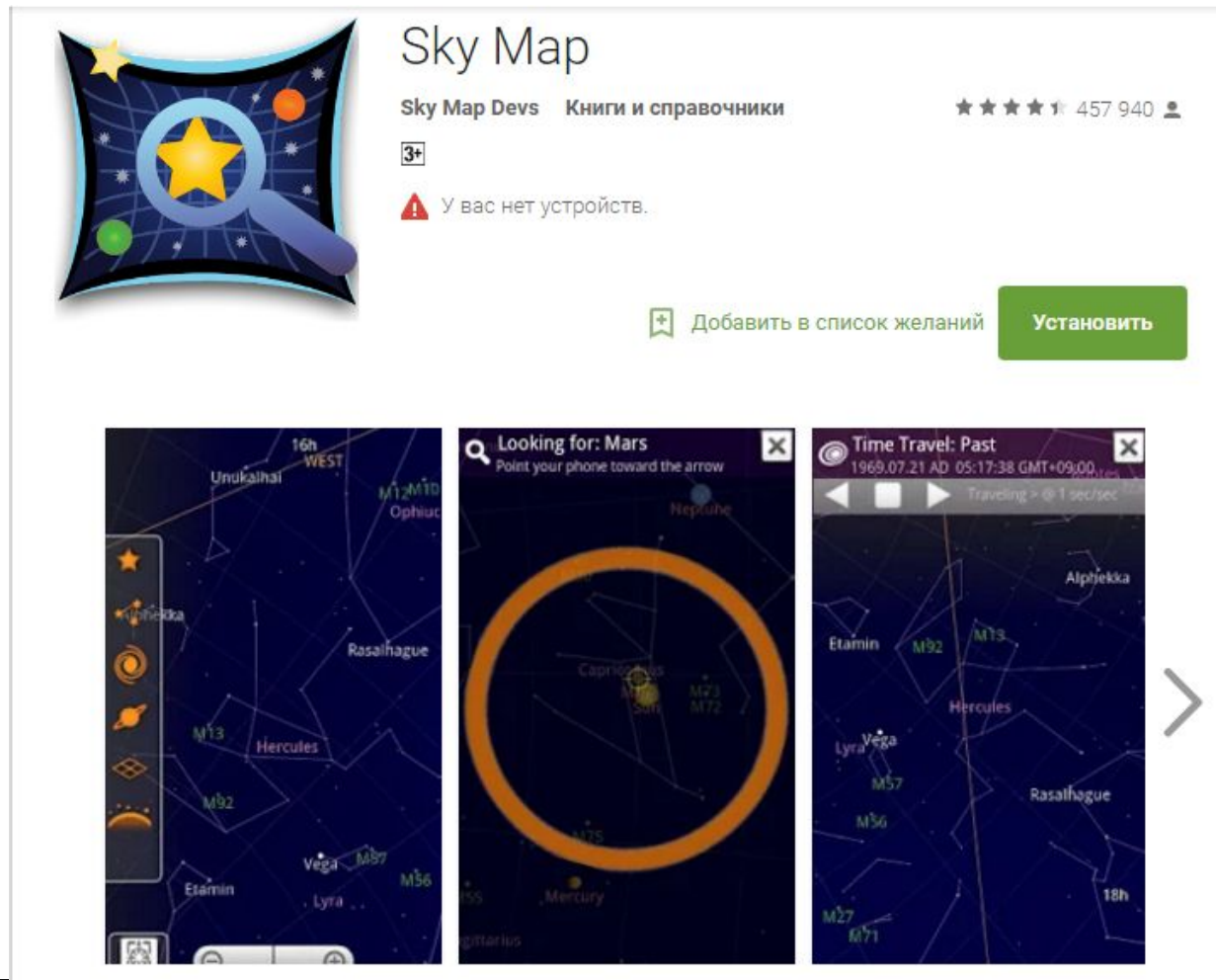
Как найти нужные объекты на небе?

- 2. Научится хорошо работать с астрономическими календарями и экваториальной монтировкой



Как найти нужные объекты на небе?

- 3. Научится работать со специализированным ПО.



НАШИ НАБЛЮДЕНИЯ

SKY-WATCHER BK 909EQ2



SKY-WATCHER BK 909AZ3



- телескоп-рефрактор
- оптическая схема: ахромат
- диаметр объектива 90 мм
- фокусное расстояние 900 мм
- макс. полезное увеличение 180х

LEVENHUK SKYLINE 130x900 EQ



- телескоп-рефлектор
- оптическая схема:
Ньютон
- диаметр объектива 130
мм
- фокусное расстояние
900 мм
- макс. полезное
увеличение 260х
- монтировка
экваториальная
- искатель оптический





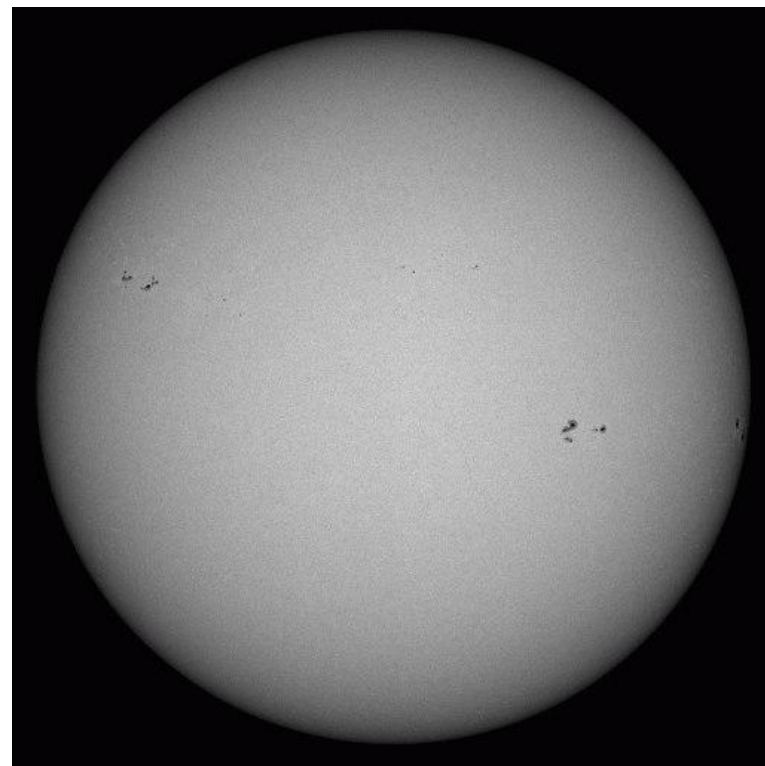




**НЕ ОСТАВИЛИ БЕЗ
ВНИМАНИЯ И НАШУ
ЗВЕЗДУ**



Фотография
 фотосферы
 Солнца
 получена
 08.02.201
 6 в 10:00
 в 308 ауд.
 2 корп.
 БГПУ



Фотография фотосферы
 Солнца получена
 08.02.2016 в 09:40 МСК
 инструментом HMI на борту
 спутника SDO

ЮПИТЕР



Пятая планета от Солнца, газовый гигант, 600 – 900 млн. км от Земли.

**СПАСИБО
ЗА
ВНИМАНИЕ!!!**

М. М. ДАГАЕВ

**ЛАБОРАТОРНЫЙ
ПРАКТИКУМ
ПО КУРСУ
ОБЩЕЙ АСТРОНОМИИ**

ИЗДАНИЕ 2-Е,
ДОПОЛНЕННОЕ И ИСПРАВЛЕННОЕ

Допущено Министерством просвещения СССР в качестве учебного пособия для студентов педагогических институтов

- Подвижная звездная карта служит пособием для общей ориентировки на небе. Пользуясь ею, можно решить целый ряд задач и, в частности, определить расположение созвездий относительно истинного горизонта. На карте изображены:
- Сетка небесных экваториальных координат и основные созвездия, состоящие из сравнительно ярких звезд. Карта составлена в проекции, в которой небесные параллели изображаются концентрическими окружностями, а круги склонения — лучами, выходящими из северного полюса мира, расположенного в центре карты. Рядом с ним находится звезда α Малой Медведицы, называемая Полярной звездой.
- Круги склонения проведены через 15° (1h) и оцифрованы в часах по одной из небесных параллелей вблизи внутреннего обреза карты. Небесный экватор и три небесных параллели в 30° оцифрованы в точках их пересечения с начальным кругом склонения ($\alpha = 0\text{ h}$) и с диаметрально противоположным ему кругом склонения ($\alpha = 12\text{ h}$). Оцифровка кругов склонения и небесных параллелей позволяет грубо оценивать значения экваториальных координат небесных светил. Эксцентрический овал, пересекающийся с небесным экватором в двух диаметрально противоположных точках, изображает эклиптику.

- Область карты, заключенная внутри небесного экватора, представляет северную небесную полусферу. По наружному обрезу карты, называемому лимбом дат, нанесены календарные числа и названия месяцев года. Накладной круг, прилагаемый к карте, позволяет установить вид звездного неба для любого времени суток произвольного дня года. Для этого внешний обрез круга, называемый часовым лимбом, разделен на 24 часа, по числу часов в сутках.

- Подвижная карта звездного неба позволяет приближенно решать ряд задач практической астрономии. Например, чтобы определить вид звездного неба в некоторый момент времени заданного дня года, нужно наложить накладной круг концентрично на звездную карту, чтобы штрих часового лимба, указывающий данный момент времени, совпал со штрихом заданной даты, а небесный меридиан всегда проходил через северный полюс мира. Тогда внутри овального выреза окажутся те звезды, которые в заданный момент времени видны над горизонтом.
- Светила, которые окажутся на прямой, соединяющей точки севера и юга, проходят в данный момент через меридиан, т.е. кульминируют. В верхней кульминации будут те светила, которые располагаются на этой прямой между северным полюсом мира и точкой юга. Те светила, которые располагаются на небесном меридиане между северным полюсом мира и точкой севера, находятся в данный момент в нижней кульминации.
- С помощью подвижной карты звездного неба можно получить положение Солнца на любой день года. Для этого необходимо соединить прямой полюс мира со штрихом, отмечающим заданную дату месяца. Точка пересечения этой прямой с эклиптической и будет местом нахождения на небе Солнца в данный день года.

- Чтобы установить ПКЗН на момент наблюдения, надо, вращая накладной круг, совместить дату наблюдения, отложенную на краю карты-подложки, с местным средним солнечным временем момента наблюдения, отмеченным на краю накладного круга.
- Местное среднее солнечное время в пункте с географической долготой λ , находящемся в часовом поясе с номером N , можно рассчитать по формулам
 - $m = T_M + \lambda - N - 1$

Задания

1. Установить подвижную звездную карту на день и час занятий для Кумертау ($\lambda=3^{\text{h}} 42^{\text{m}}$, $N=5$) и указать, какие созвездия будут в верхней и нижней кульминации.
2. В день 15 июля найти момент восхода, верхней кульминации и захода звезды Сириус (α Большого Пса).
3. Определить день года, в который в $20^{\text{h}} 30^{\text{m}}$ в верхней кульминации находится звезда Альдебаран (α Тельца).

- 1.Определение диаметра (апертуры) объектива. Определение диаметра объектива D не должно вызвать у Вас какого-либо затруднения. Оно осуществляется непосредственным измерением расстояния между различными краями объектива с помощью линейки или штангенциркуля.
- 2.Определение фокусного расстояния.
- Наблюдаемый предмет виден в телескоп отчетливо лишь в том случае, если окуляр установлен на строго определенном расстоянии от фокуса объектива. Это такое положение, при котором фокальная плоскость окуляра совмещена с фокальной плоскостью объектива. Приведение окуляра в такое положение называется наводкой на фокус или фокусировкой.
- Фокусное расстояние объектива рефрактора можно найти следующим образом. Телескоп без окуляра наводится на светлый фон неба или на далекий предмет, а к окулярной трубке подносится листок бумаги, плоскость которого перпендикулярна оптической оси телескопа. Листок медленно передвигается к окулярной трубке до тех пор, пока на нем не появится наиболее яркое (и наименьшее по размерам) изображение объектива или резкое изображение удаленного предмета. Тогда измеренное расстояние L от объектива до листка бумаги даст искомое фокусное расстояние F объектива. Когда телескоп наведен на фокус, то лучи от каждой точки предмета выходят из окуляра параллельными (для нормального глаза). Световые лучи от изображений звезд, образованные в фокальной плоскости объектива, превращаются окуляром в параллельные пучки. Площадка где пересекаются световые пучки звезд, называется выходным зрачком.
- Наведя телескоп на светлое небо, мы легко можем увидеть выходной зрачок, поднеся к окуляру экран из кусочка белой бумаги. Приближая и удаляя этот экран, мы найдем такое положение, при котором светлый кружочек имеет наименьшие размеры и в то же время наиболее отчетлив. Измерив его размеры, найдем диаметр выходного зрачка d . Легко понять, что выходной зрачок есть не что иное, как изображение входного отверстия объектива, образованное окуляром. Или же его можно вычислить по формуле:
- $d = D/W$
- где D —диаметр объектива телескопа, мм, W - увеличение телескопа.

- 3. Определение проникающей силы телескопа. Проникающей силой телескопа называется видимая звездная величина наиболее слабой звезды, доступной для наблюдения данным телескопом. Она вычисляется по формуле:
 - $m_{\tau} = 2.10 + 5 \cdot \lg D$
 - где D — диаметр объектива телескопа, мм.
- 4. Вычисление увеличения телескопа. Увеличение телескопа — это отношение размеров изображения видимого в телескоп и невооруженным глазом. Оно определяется по формуле:
 - $W = F/f$
 - где F — фокусное расстояние объектива, а f — фокусное расстояние окуляра.
 - В случае, если фокусное расстояние окуляра неизвестно, можно воспользоваться формулой:
 - $W = D/d$
 - где D — диаметр объектива телескопа, а d — диаметр выходного зрачка.
 - Также можно найти наибольшее допустимое увеличение телескопа:
 - $W_{\max} = 2 \cdot D$
 - где D — диаметр объектива телескопа, мм.

5.Вычисление относительного отверстия телескопа. Чем больше относительное отверстие, тем меньше относительное фокусное расстояние и тем больше освещенность в фокальной плоскости объектива телескопа, что выгодно при фотоработах (позволяет уменьшить выдержку при сохранении экспозиции). Но при этом на кадре фотоприемника получается меньший масштаб изображения.

$$A=D/F$$

где F —фокусное расстояние объектива, а D —диаметр объектива телескопа.

6.Определение разрешающей способности телескопа. Разрешающая способность определяет возможность телескопа различить два смежных объекта на небе.

Телескоп с большей разрешающей способностью позволяет лучше увидеть два близко расположенных друг к другу объекта, например компоненты двойной звезды.

Она вычисляется по формуле:

$$P=138''/D$$

где D —диаметр объектива телескопа, мм.