

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ. I. С ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

Сергей Попов

АСТРОНОМИЯ – НАБЛЮДАТЕЛЬНАЯ НАУКА



Главная особенность астрономии состоит в том, что в ней прямой эксперимент заменен на наблюдения.

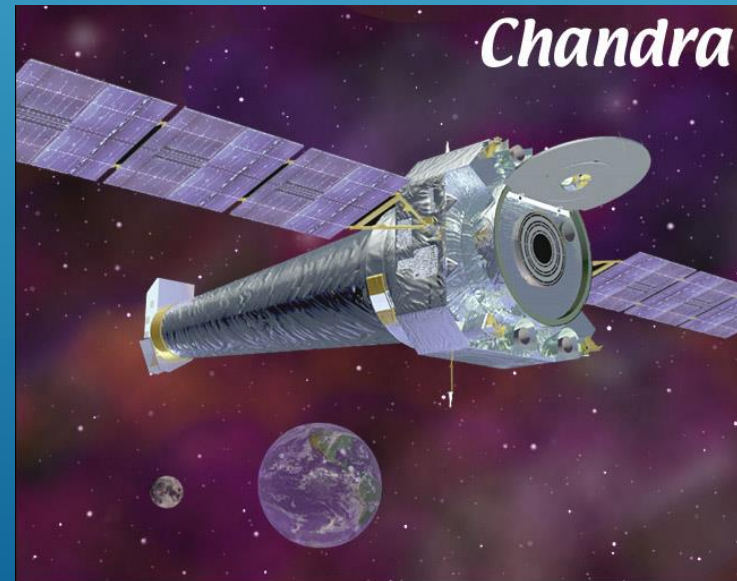
НАБЛЮДЕНИЯ, НАБЛЮДЕНИЯ, НАБЛЮДЕНИЯ



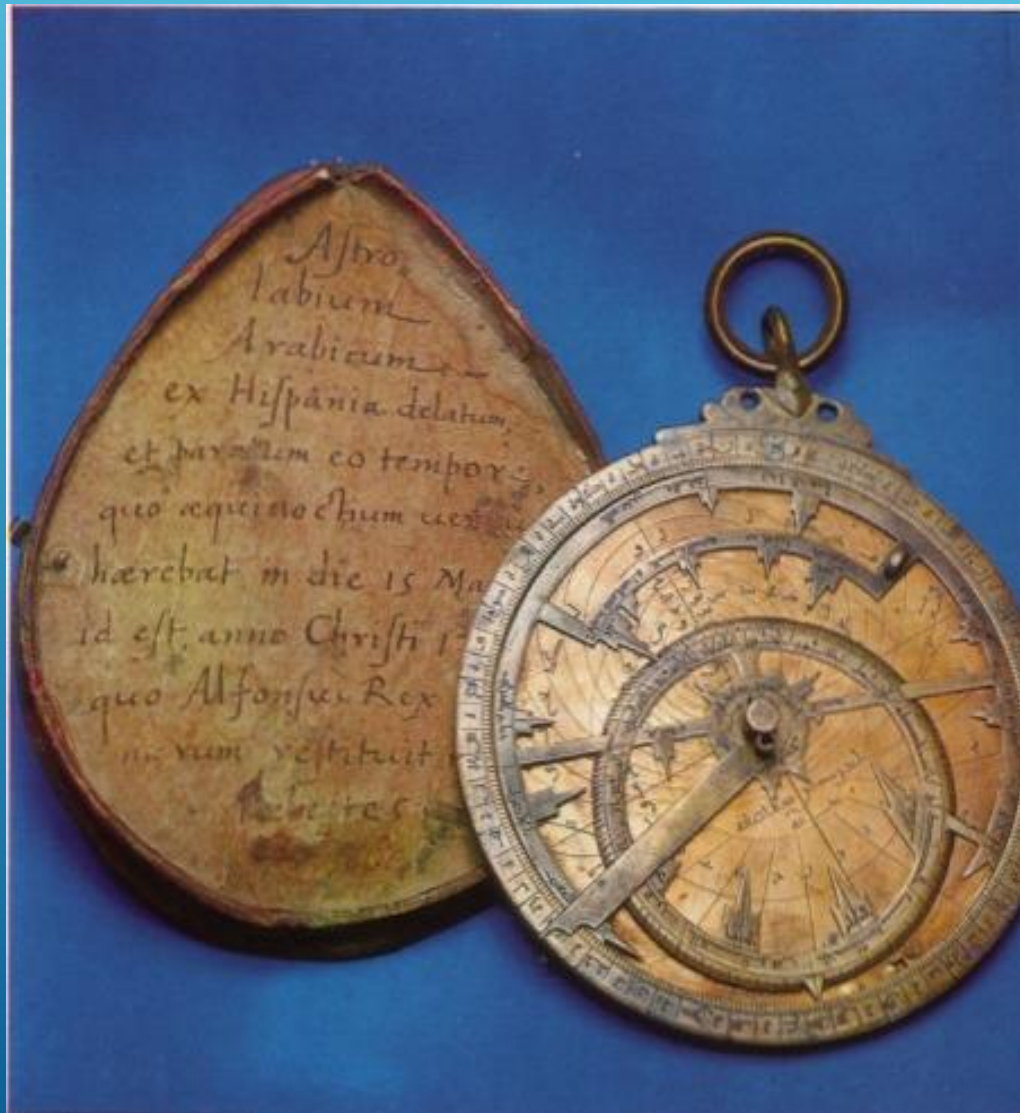
На Земле и к космосе



В радио- и в рентгеновском диапазонах



ДРЕВНЯЯ АСТРОНОМИЯ



Измерения углов с помощью простейших Приборов.

Определение относительных положений звезд и планет.

Ну и конечно же определение времени.



ПЕРВЫЕ ТЕЛЕСКОПЫ

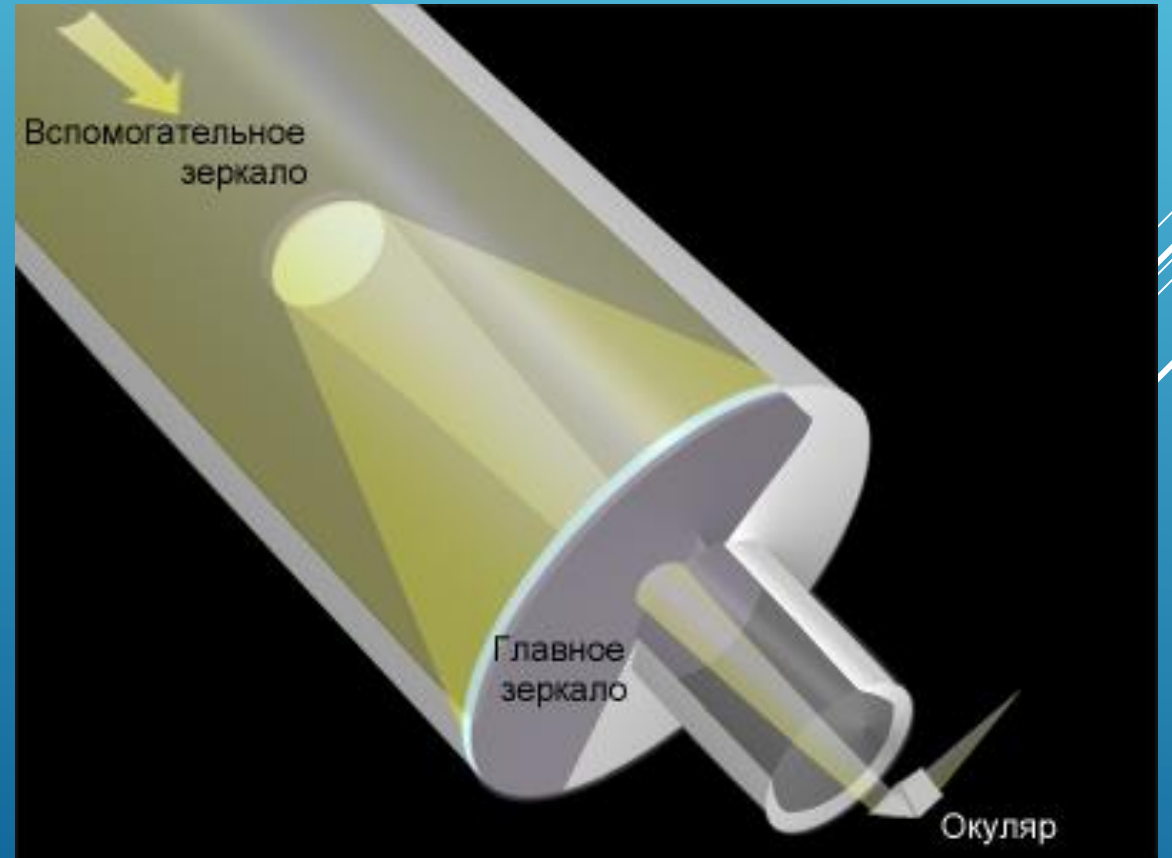
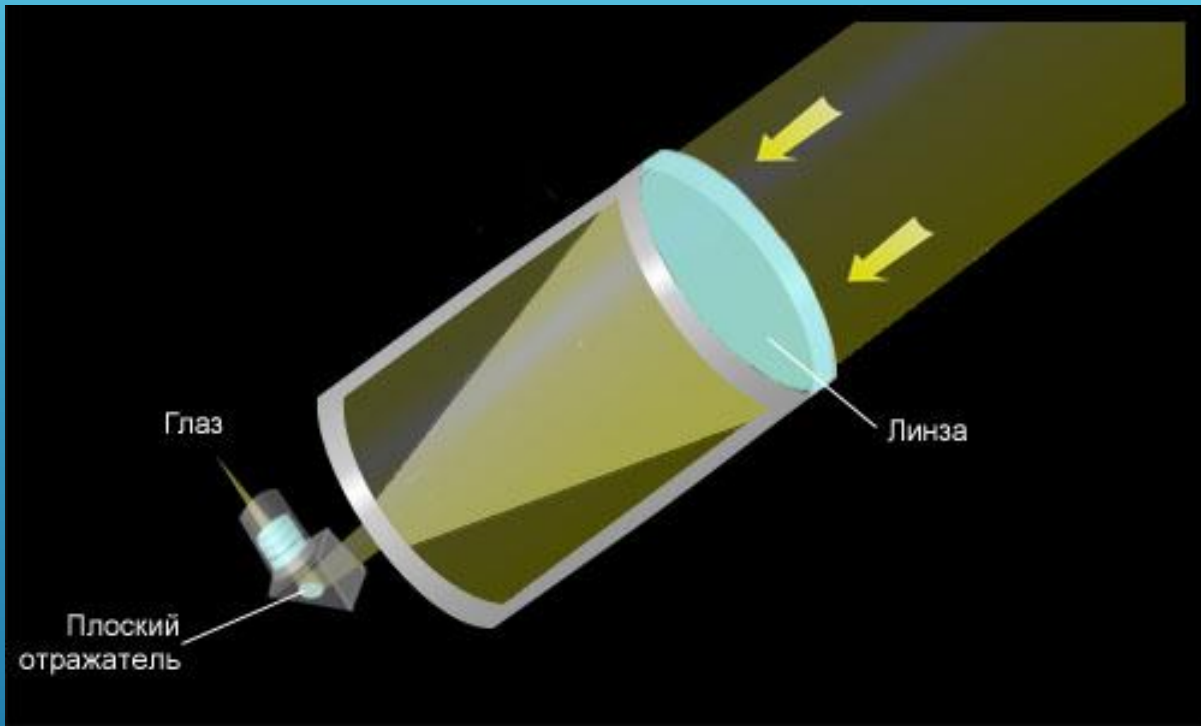


1564-1642

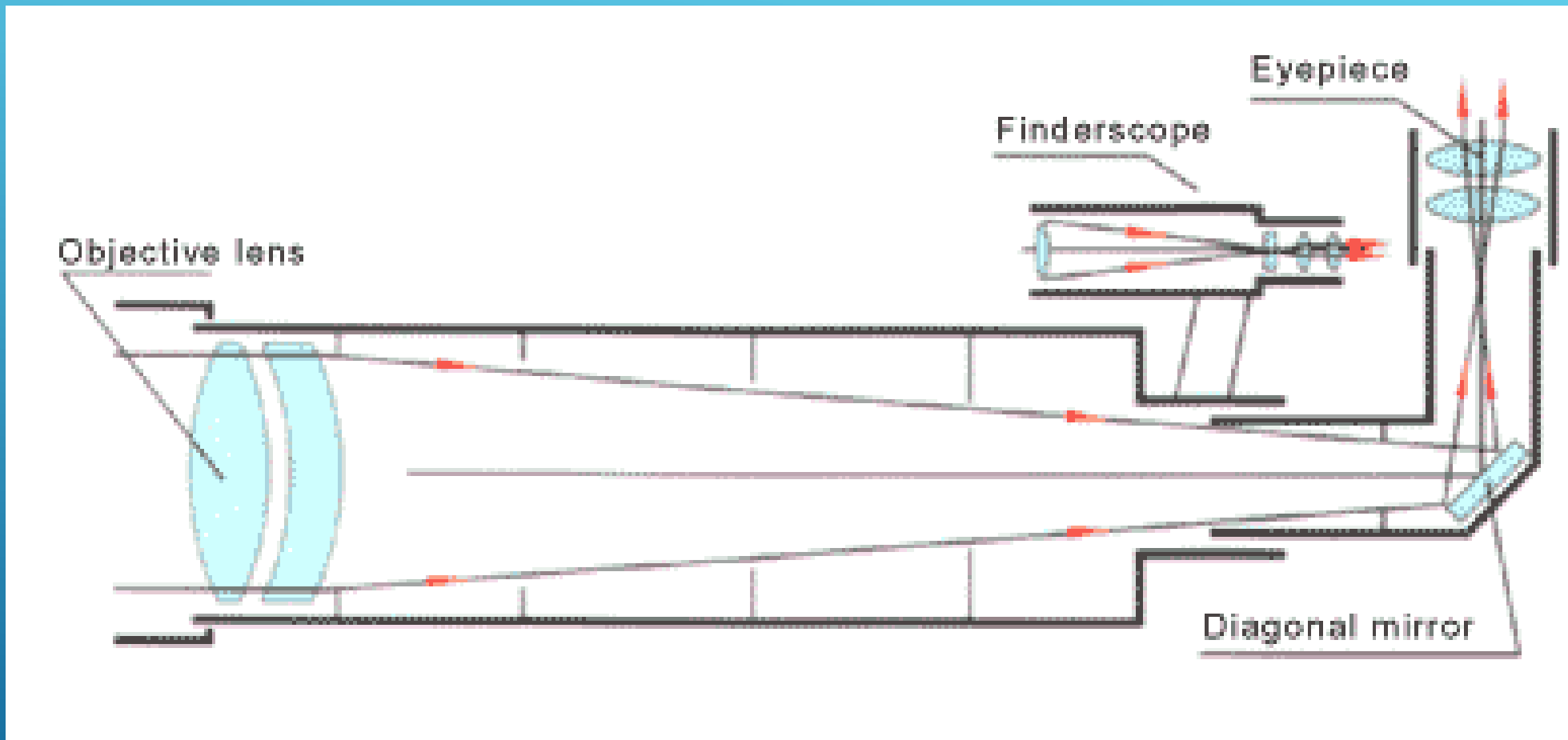


1609-10 гг.

РЕФРАКТОРЫ И РЕФЛЕКТОРЫ

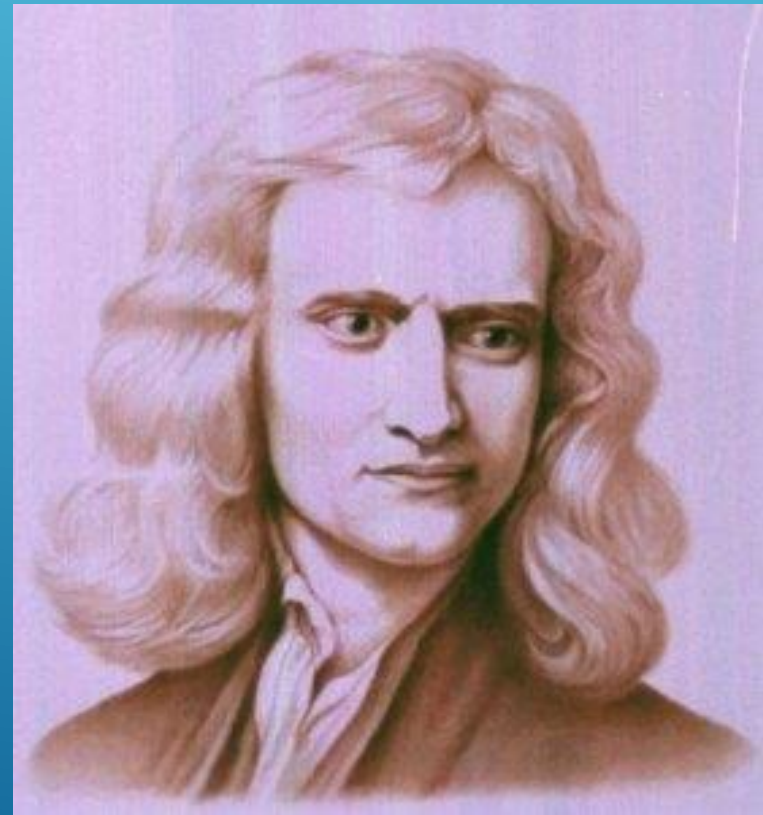


ТЕЛЕСКОПЫ-РЕФРАКТОРЫ

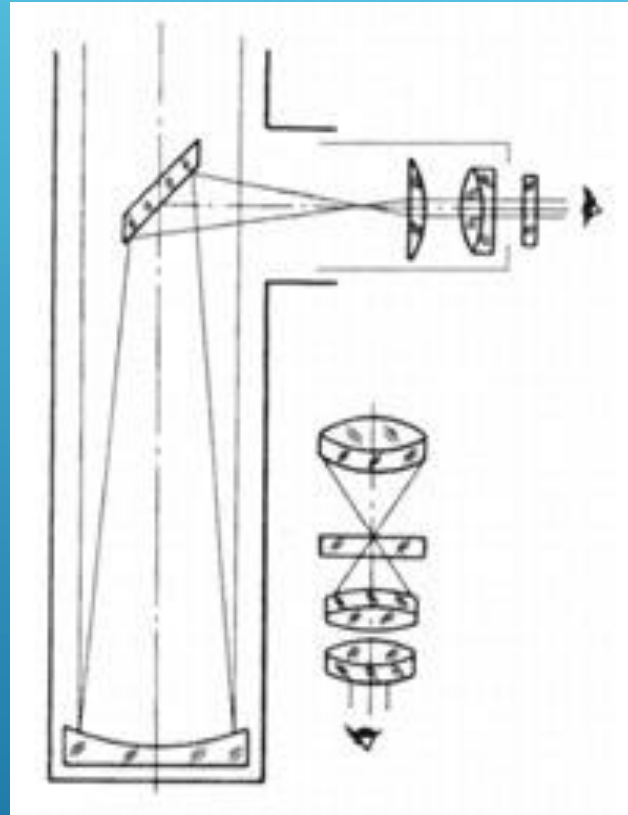


Объективом является собирающая линза (или система линз).

ТЕЛЕСКОПЫ-РЕФЛЕКТОРЫ



1668 год



Объективом является вогнутое зеркало

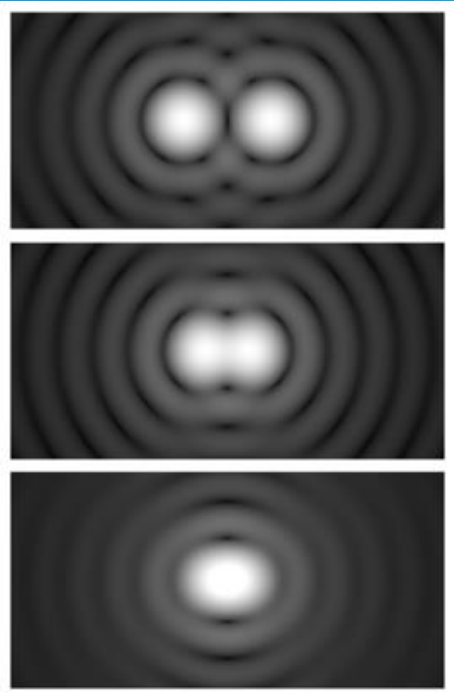
ЗАЧЕМ НУЖЕН ТЕЛЕСКОП???

1. Самое главное: чтобы собирать больше света!!!!
Чем больше удастся собрать света –
тем более слабые объекты мы увидим.

Количество света зависит от диаметра объектива



2. Чтобы рассмотреть более мелкие детали (увеличение).
Предельное увеличение тем больше,
чем больше диаметр объектива.



Диаметр зрачка глаза 5-8 мм.

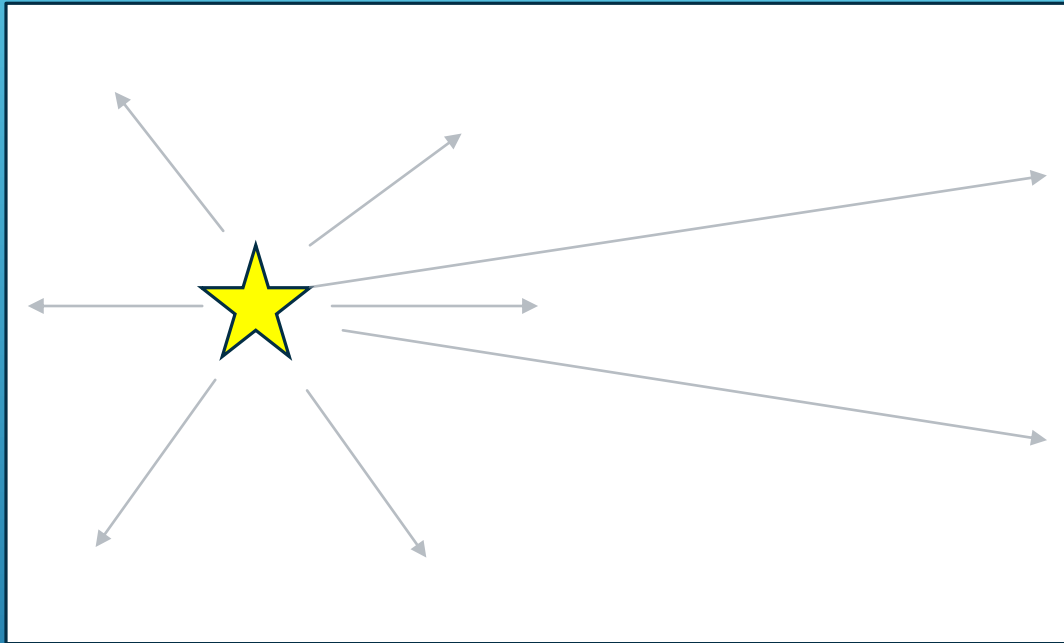
Первые телескопы – сантиметры.

Крупные современные телескопы –
до 10 метров.

Строящиеся 30-40 метров.

Проекты – до 100 метров!!!!

СОБИРАЮЩАЯ ПЛОЩАДЬ



Больше энергии – больше фотонов!

$$E=hf$$

$$h=6.63 \cdot 10^{-27} \text{ эрг с}$$

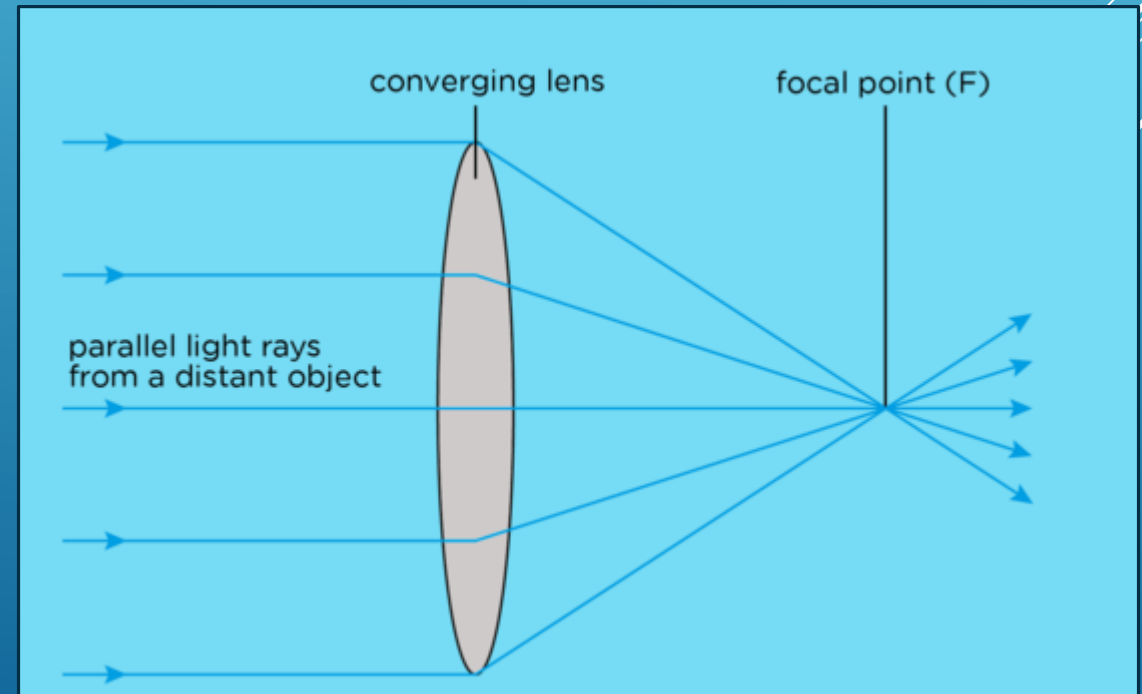
$$1 \text{ эрг} = 10^{-7} \text{ Дж}$$

$$1 \text{ эВ} = 1.6 \cdot 10^{-12} \text{ эрг}$$

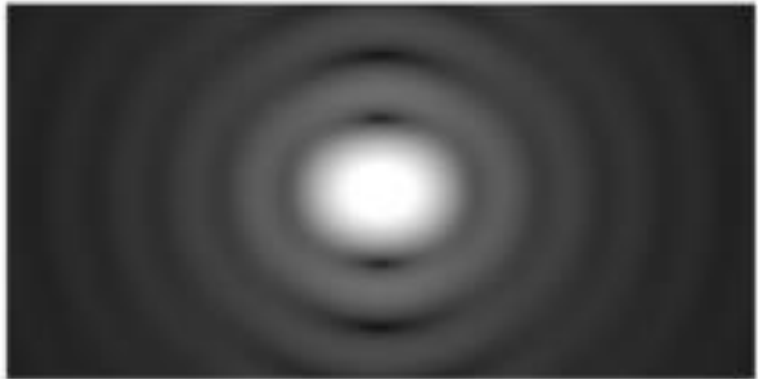
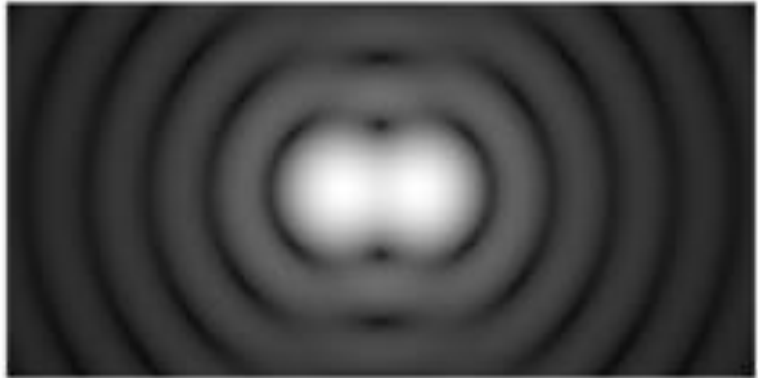
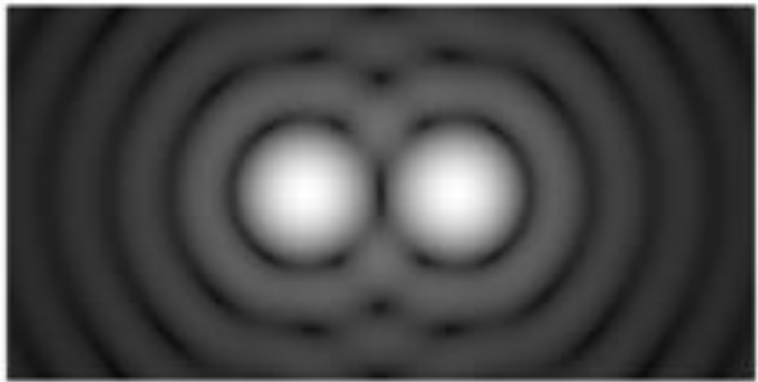
Поток $f=L/4\pi d^2$

[Энергия/площадь/время]

Чтобы увидеть слабые источники -
нам надо собирать энергию
с большой площади.



УГЛОВОЕ РАЗРЕШЕНИЕ



$$\theta = 1.220 \frac{\lambda}{D}$$

Определяется диаметром!

Примерно одна угловая секунда для синего (видимого) света и диаметра телескопа 10 см.

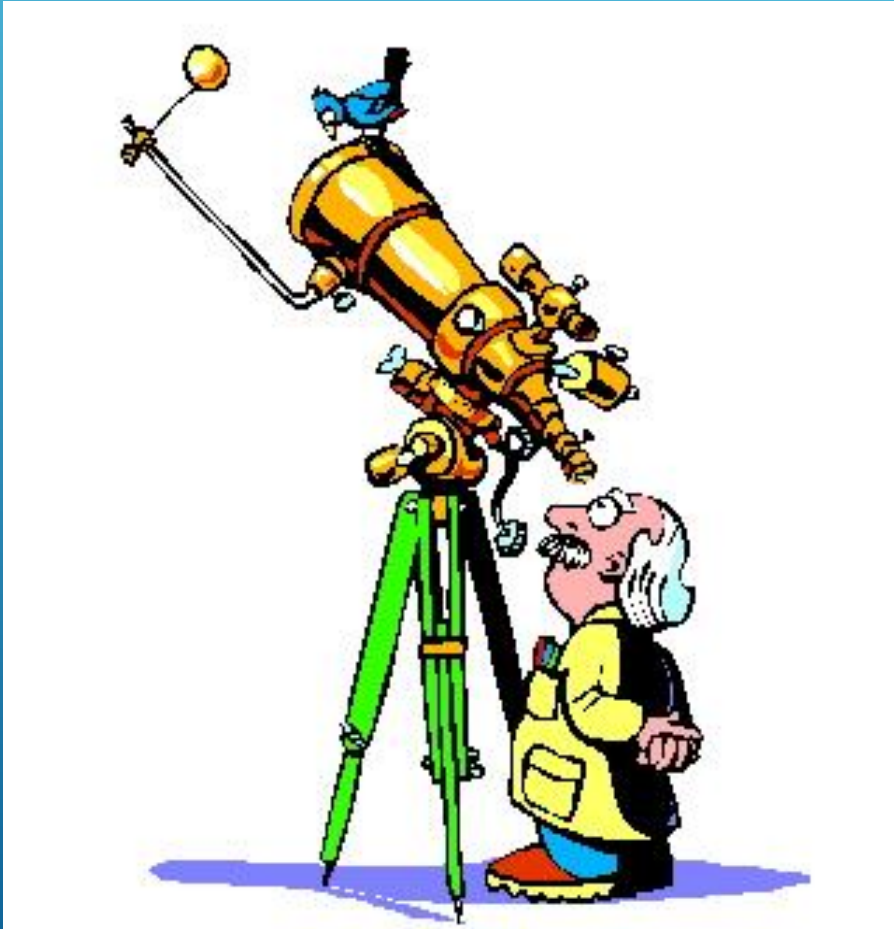
Для крупных телескопов (около метра) начинает ограничиваться параметрами атмосферы.

Масштаб изображения показывает какому углу соответствует единичная длина в фокальной плоскости:

$$L \text{ [сек. дуги/мм]} = 206265 / F \text{ [мм]}$$

ОПТИЧЕСКИЕ ТЕЛЕСКОПЫ 17-19 ВВ.

Размеры и качество телескопов росли.



Рефлектор лорда Росса
182 сантиметра (1845 г.)

Самый большой
телескоп-рефрактор
имеет диаметр 1 метр.

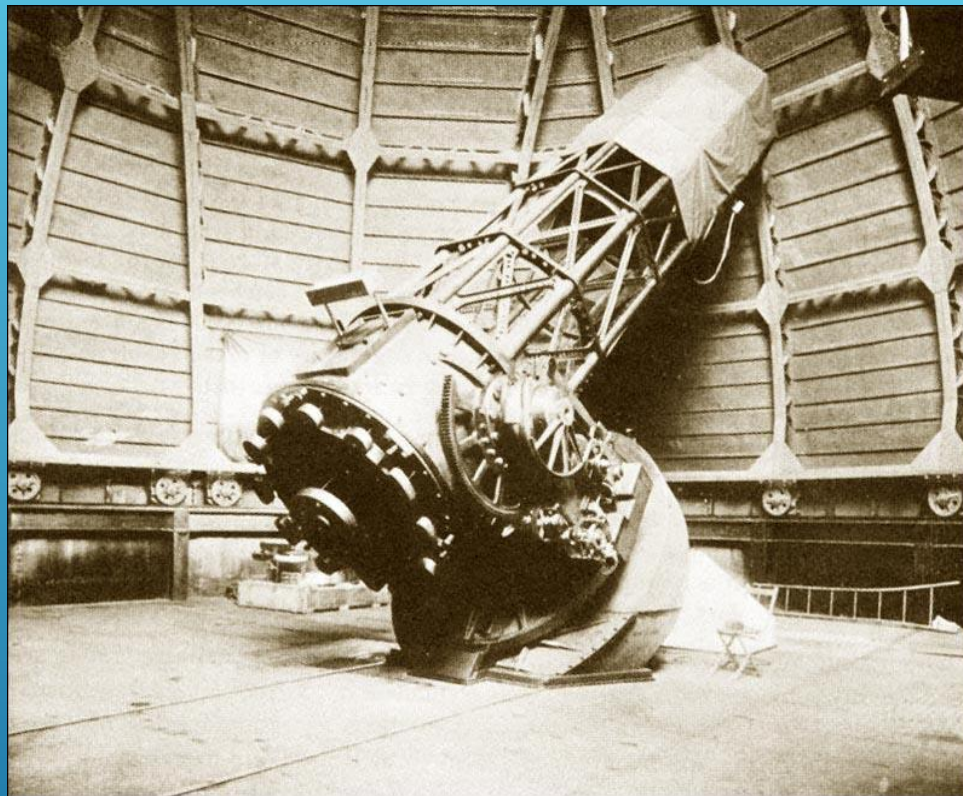
УНИВЕРСИТЕТСКИЕ ОБСЕРВАТОРИИ



ОПТИЧЕСКИЕ ТЕЛЕСКОПЫ В НАЧАЛЕ 20 ВЕКА



Йеркский рефрактор (102 см). 1897 год



Маунт Вилсон.
Рефлектор (152 см). 1908 г.

В двадцатом веке в «войне телескопов» победили рефлекторы!

СОВРЕМЕННЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ ТЕЛЕСКОПЫ



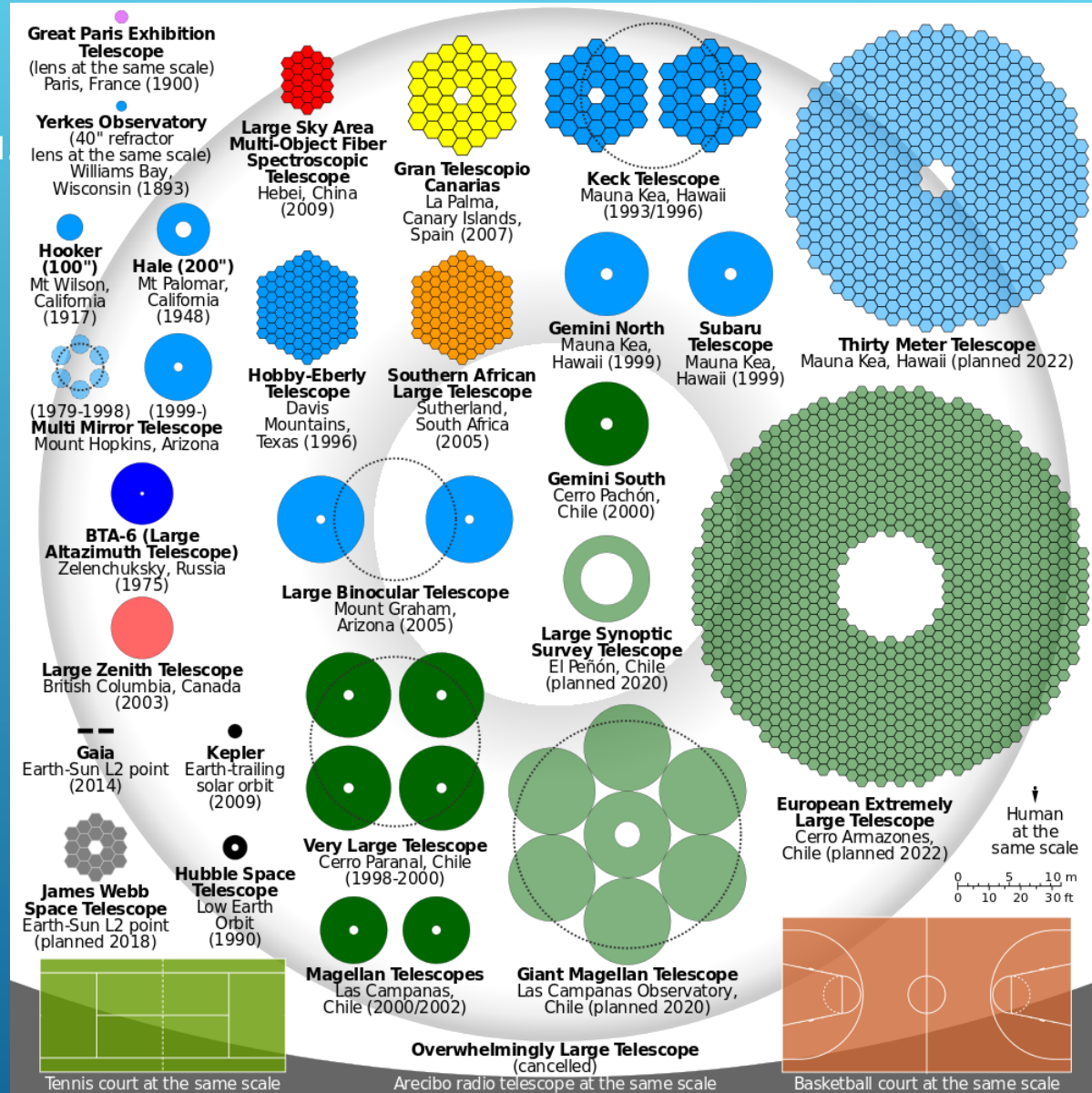
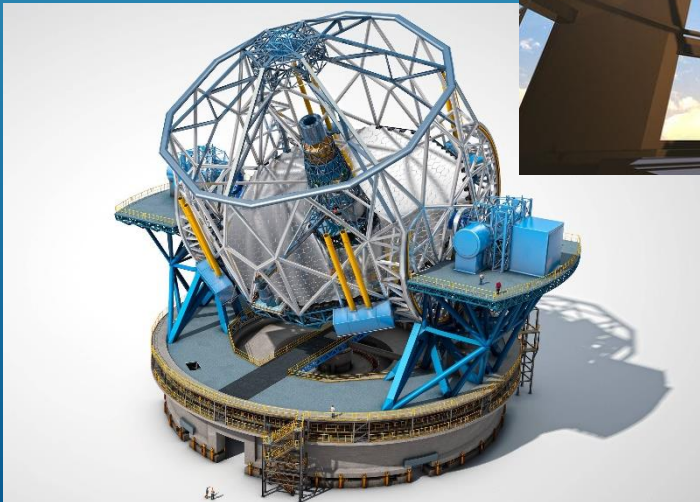
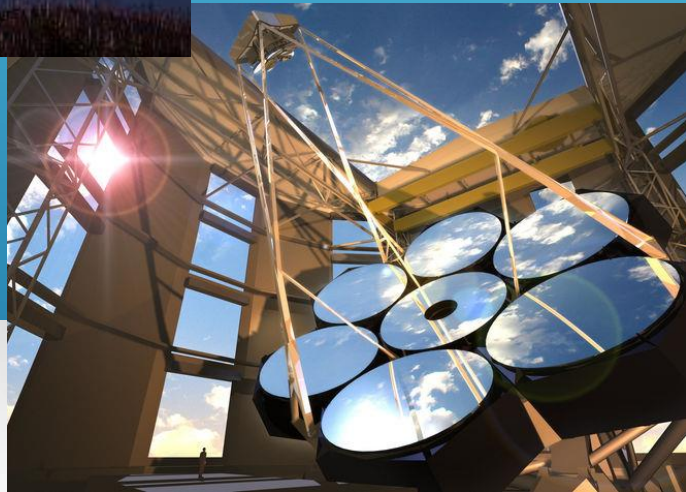
БТА 6 метров



Gemini 8 метров

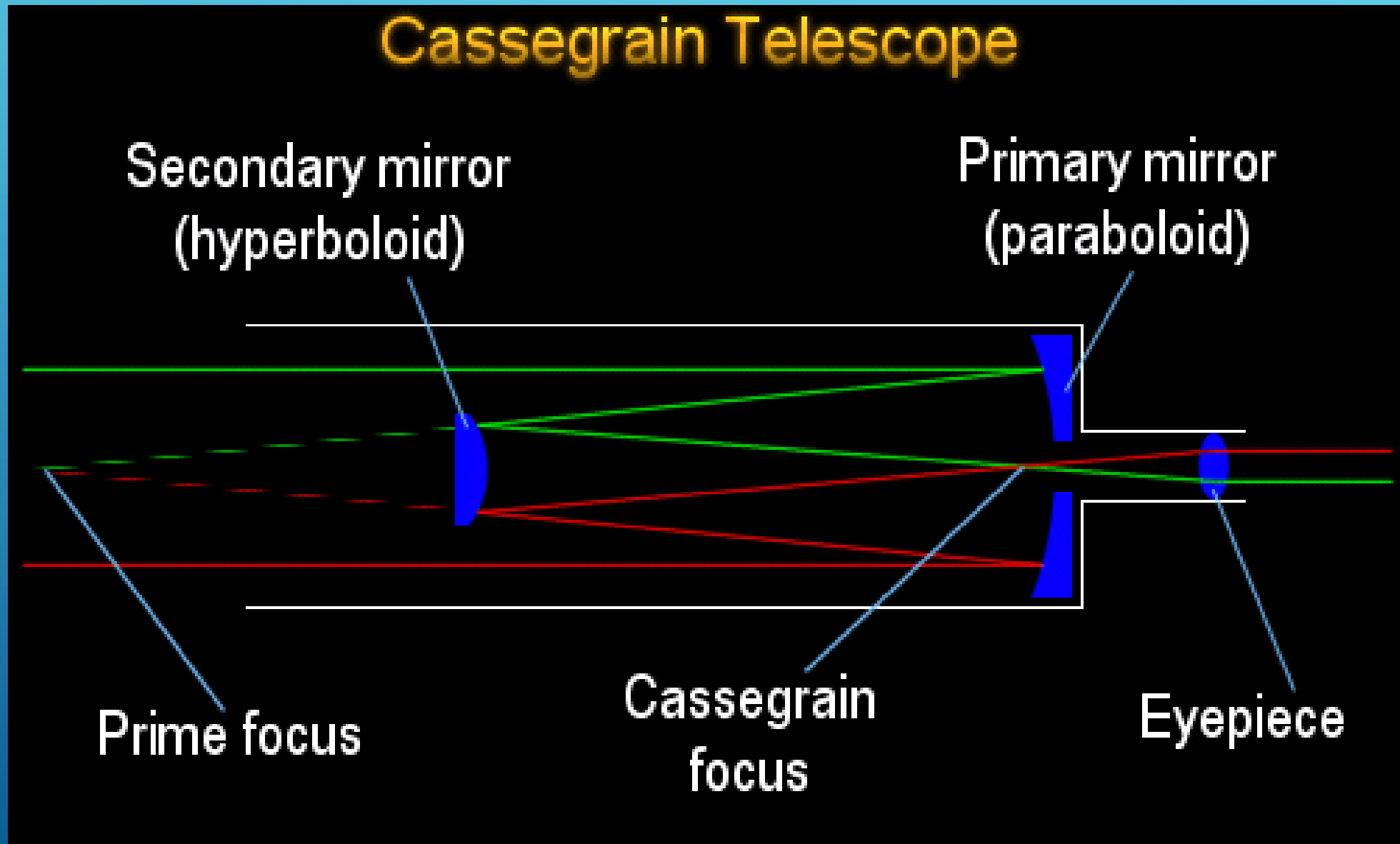
БОЛЬШИЕ ТЕЛЕСКОПЫ

8.5 м – самые большие цельные зеркала.
 Более крупные – сегменты

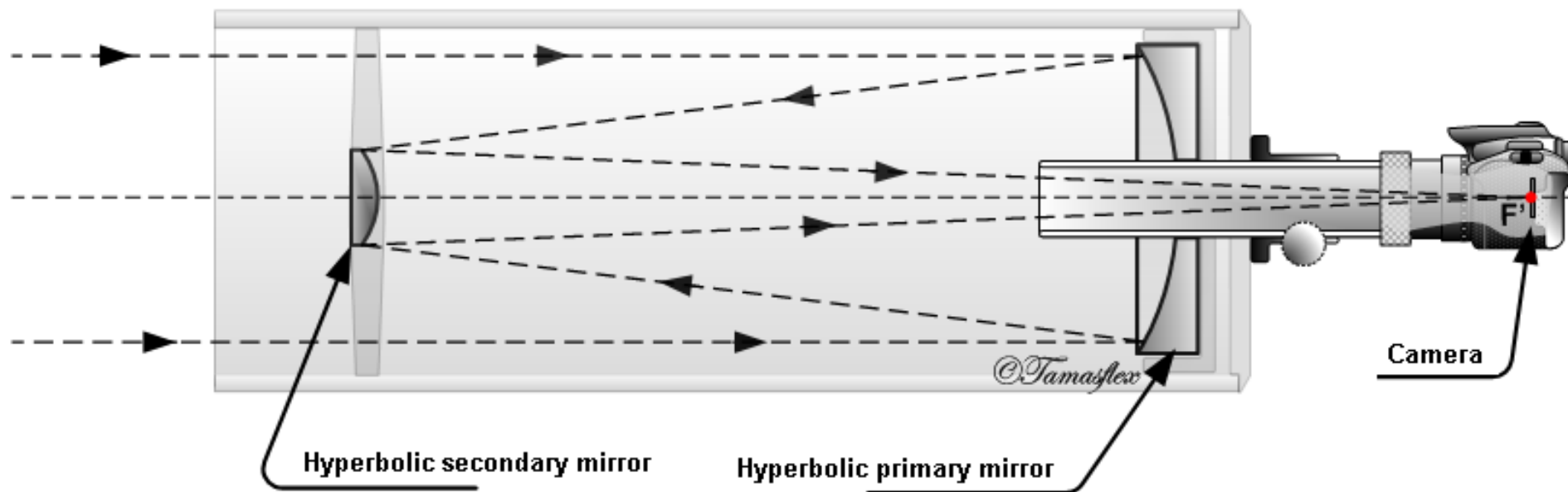


СИСТЕМА КАССЕГРЕНА

Cassegrain Telescope



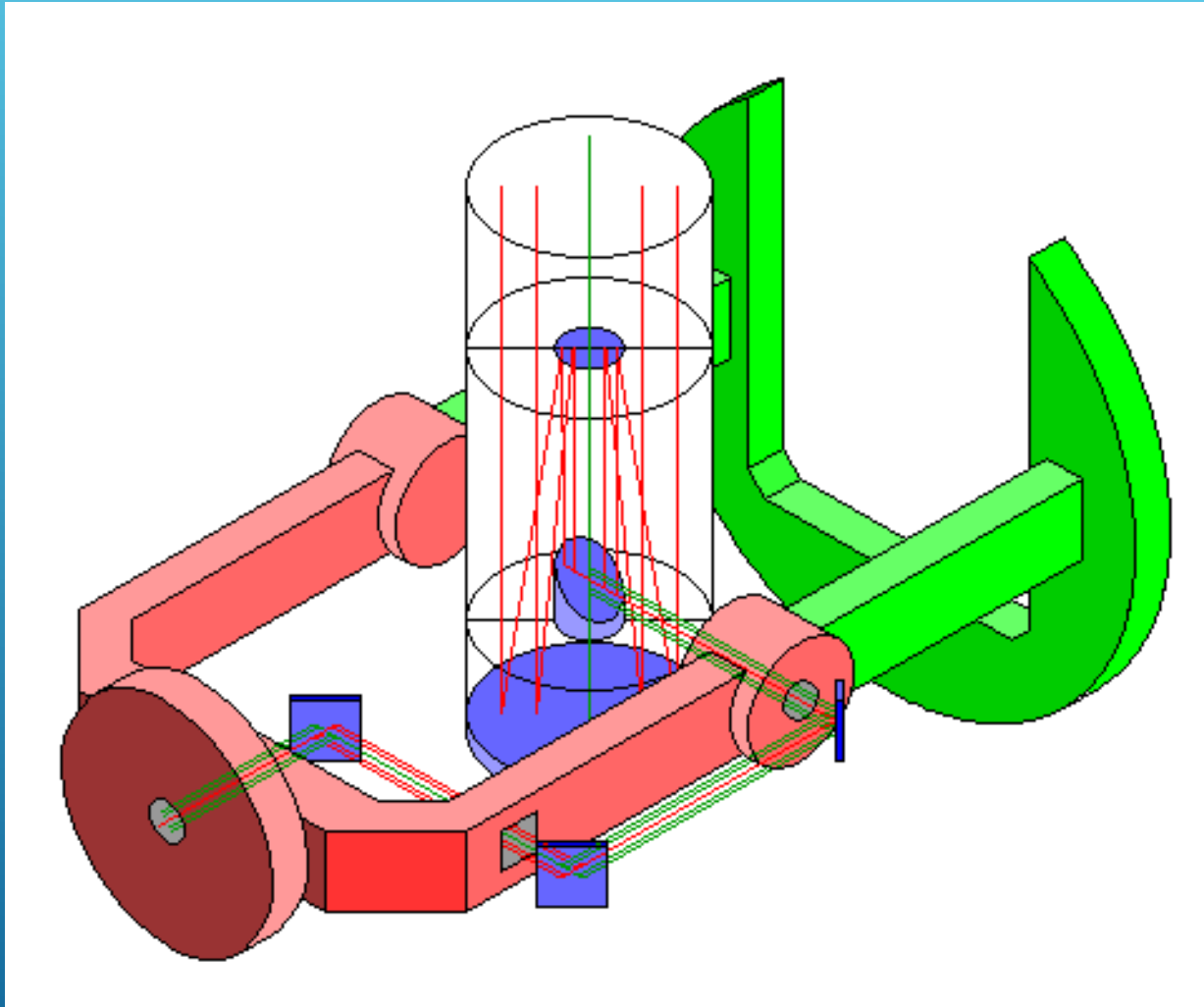
СИСТЕМА РИЧИ-КРЕТЬЕНА



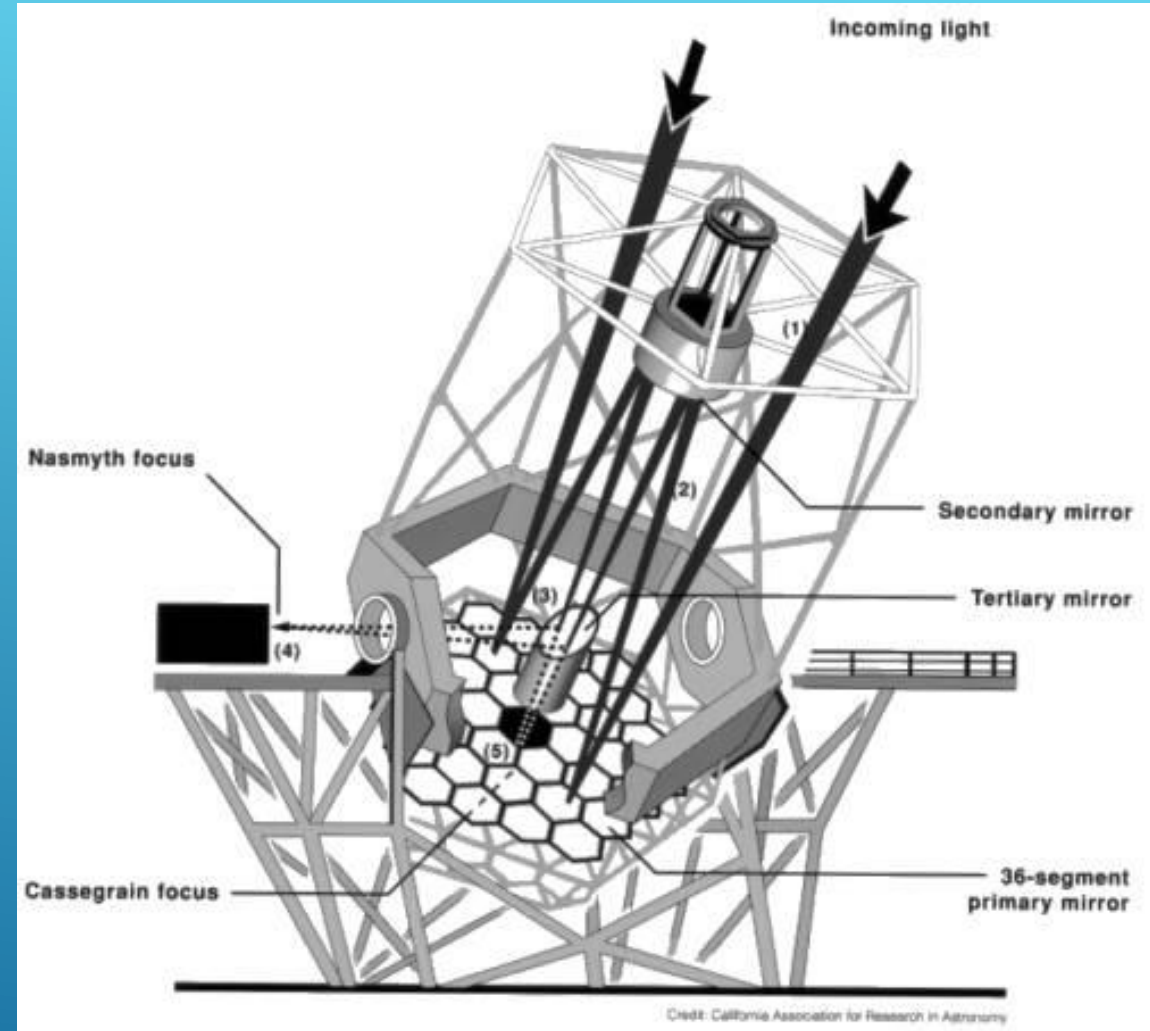
Ritchey - Chrétien (RCT)

Компактность инструмента

НЕПОДВИЖНЫЕ ФОКУСЫ

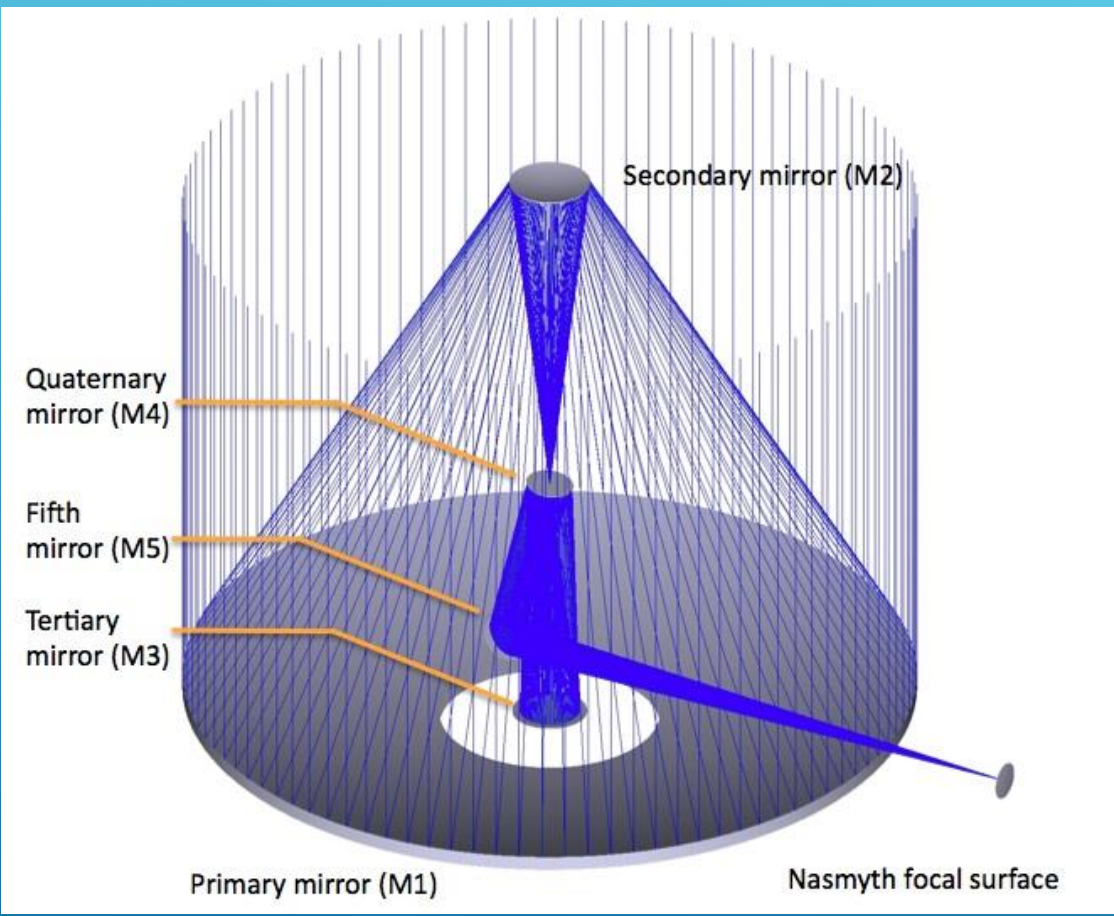


Фокус Кудэ



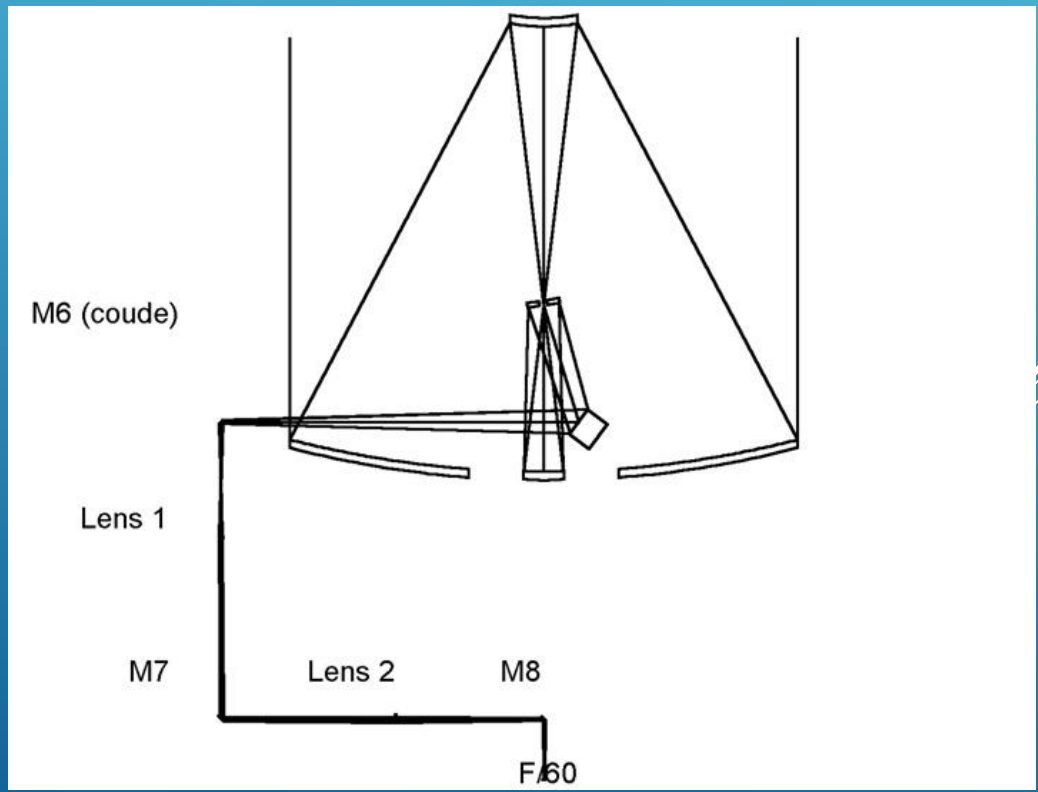
Фокус Нэсмита

E-ELT



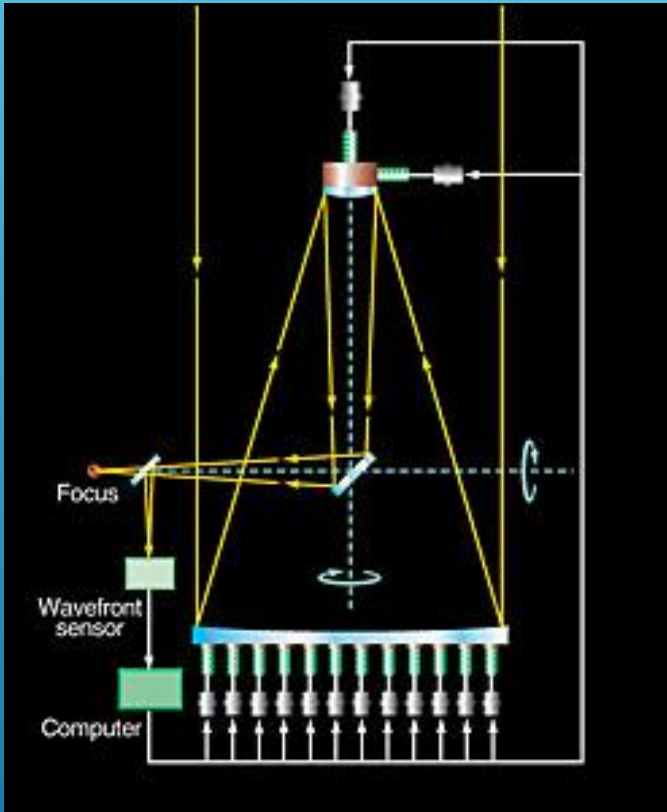
<https://www.eso.org/sci/facilities/eelt/telescope/design/>

Реальные схемы могут быть сложнее и содержать несколько дополнительных оптических элементов.



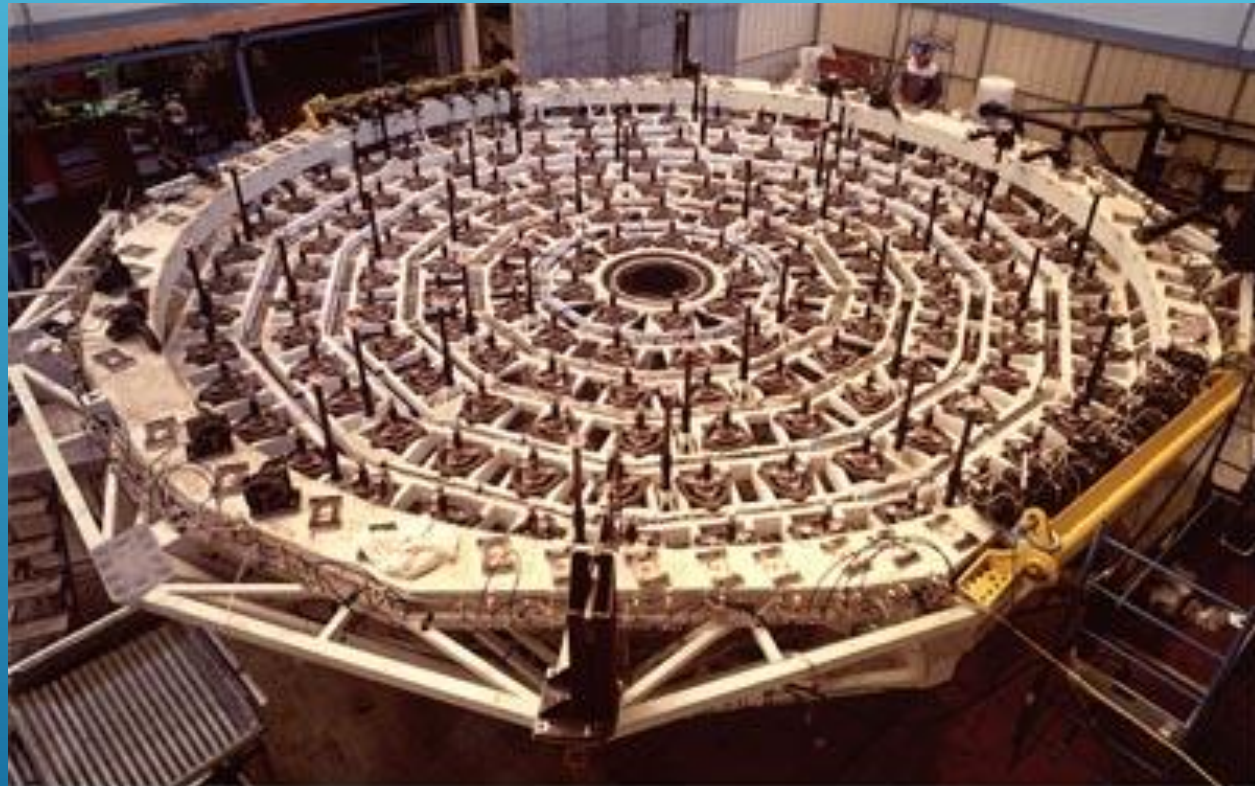
АКТИВНАЯ ОПТИКА

Изменение параметров главного зеркала с частотой менее 1 Гц для компенсации различных изменений его формы.



Разработана инженером ESO Raymond Wilson

Еще проще работать с сегментированными зеркалами



Active Mirror Supports in VLT M1 Cell

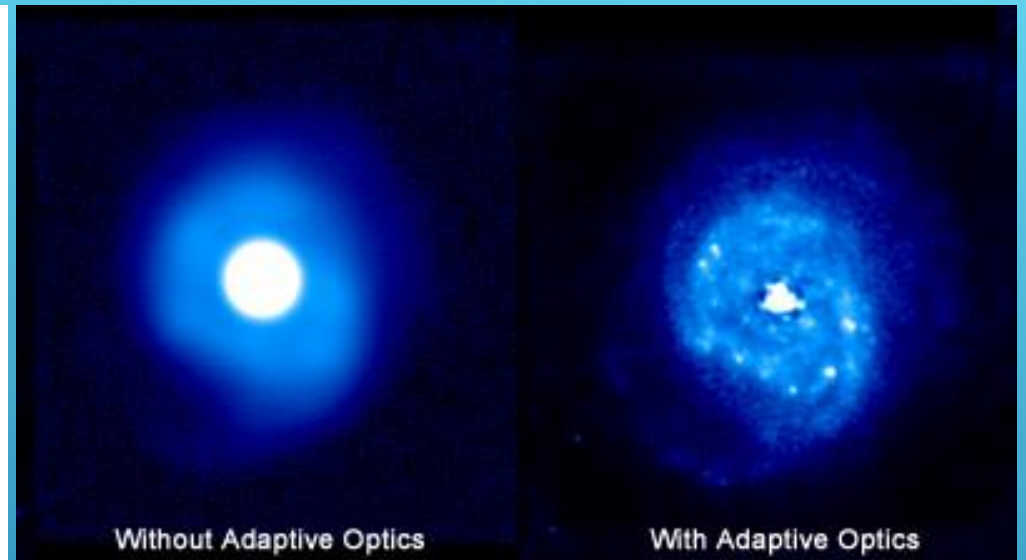
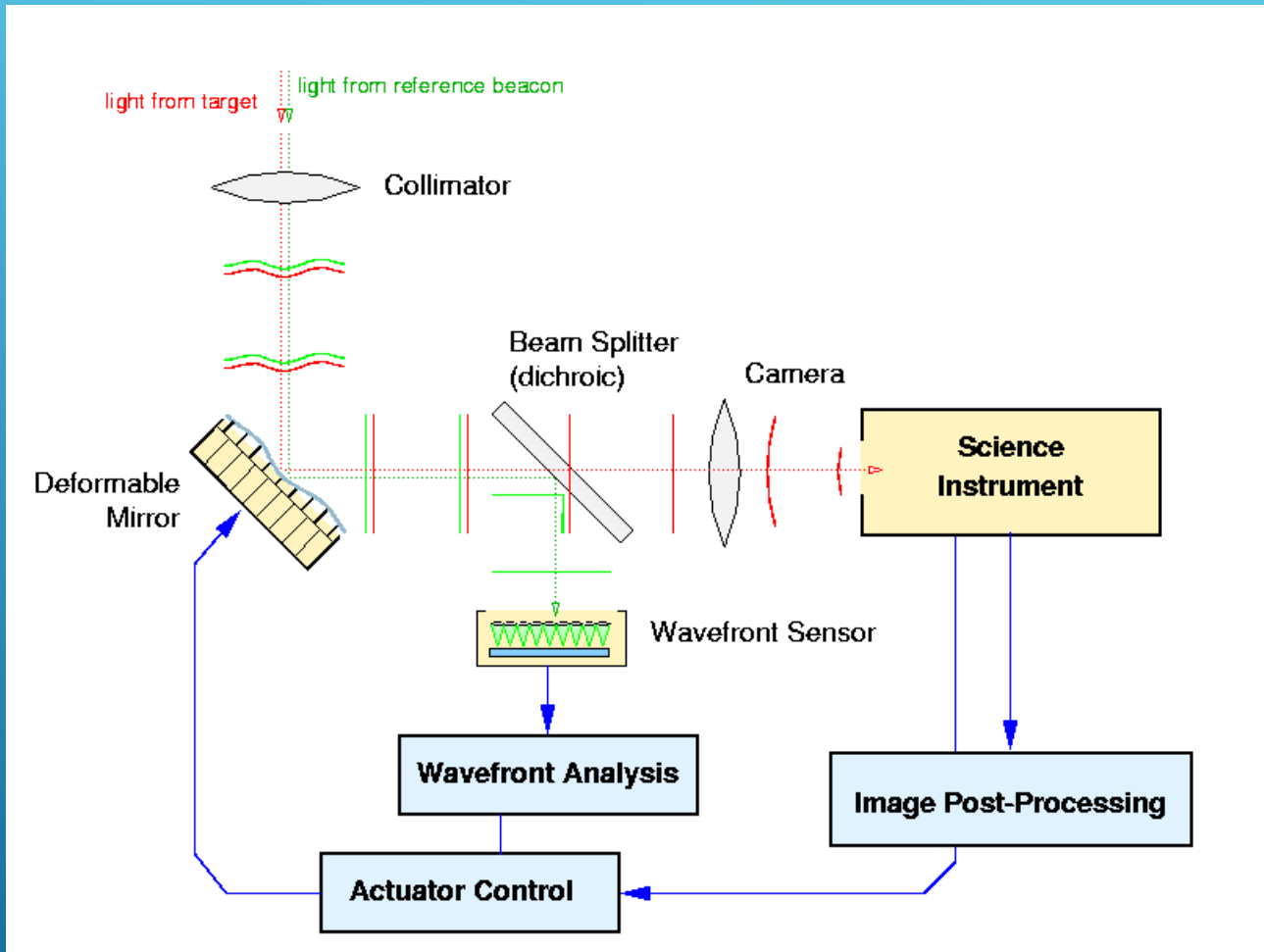
ESO PR Photo 34a/99 (13 August 1999)

© European Southern Observatory

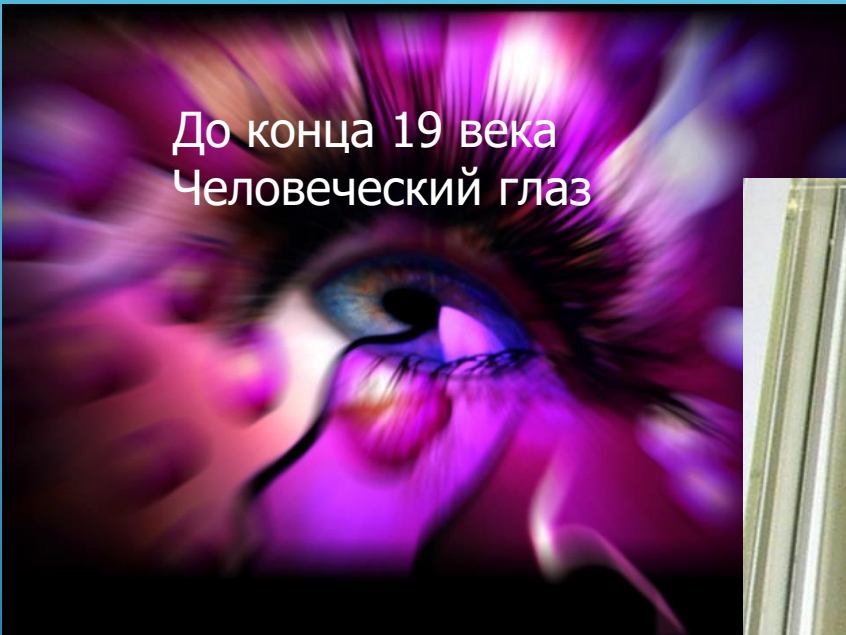


АДАПТИВНАЯ ОПТИКА


<http://cfao.ucolick.org/ao/how.php>



ГЛАЗ, ФОТО, ПЗС



До конца 19 века
Человеческий глаз



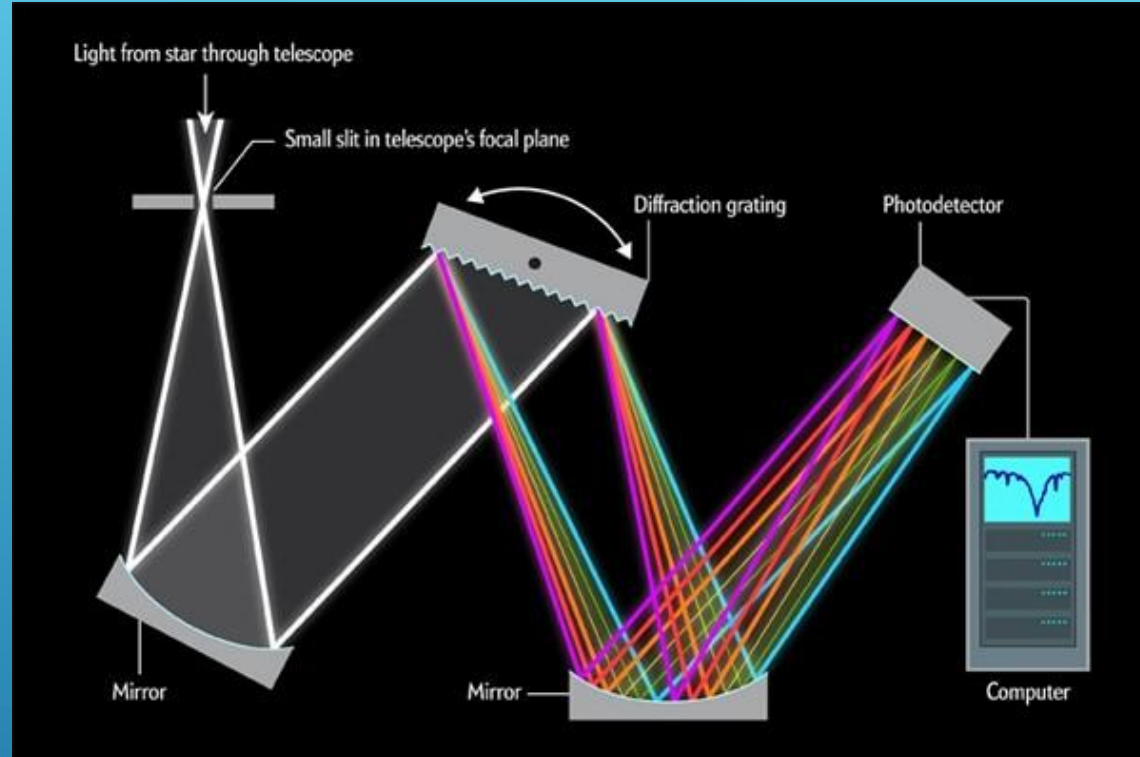
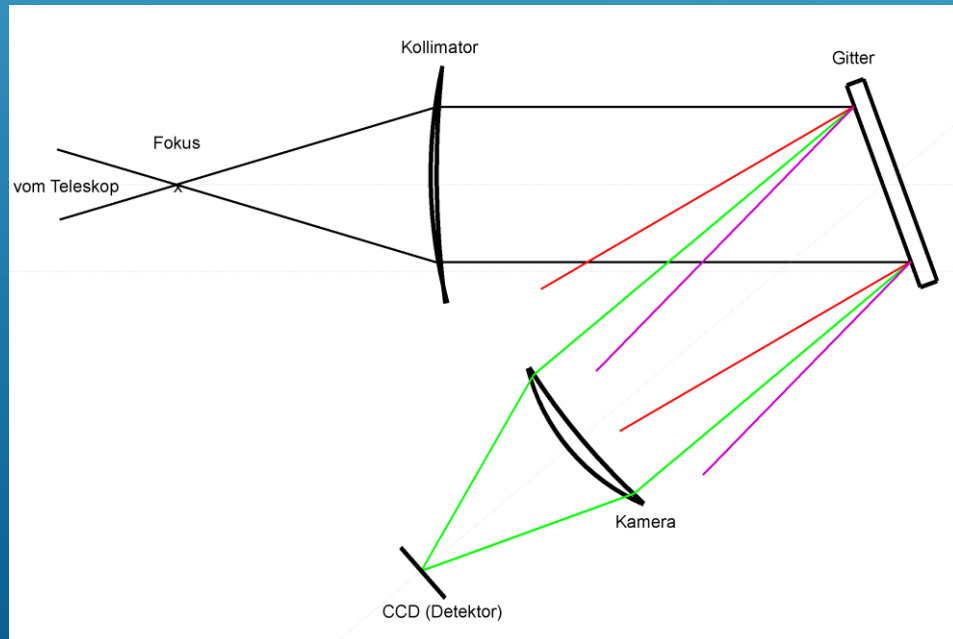
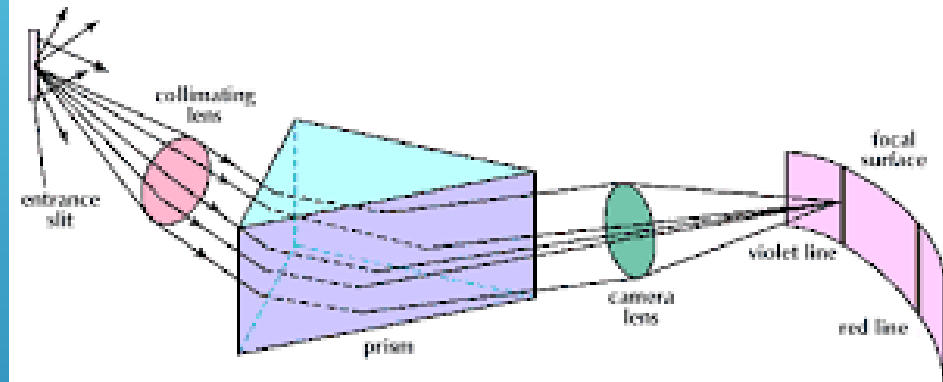
До конца 20 века
Фотопластинки



Предел – счет фотонов.

СПЕКТРОСКОПИЯ

Principles of a Prism Spectrograph



АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

На VLT работает около 20 приборов.



**FLAMES — Fibre Large Array
Multi Element Spectrograph**



**FORS 1 and FORS 2
FOcal Reducer and
low dispersion
Spectrograph**

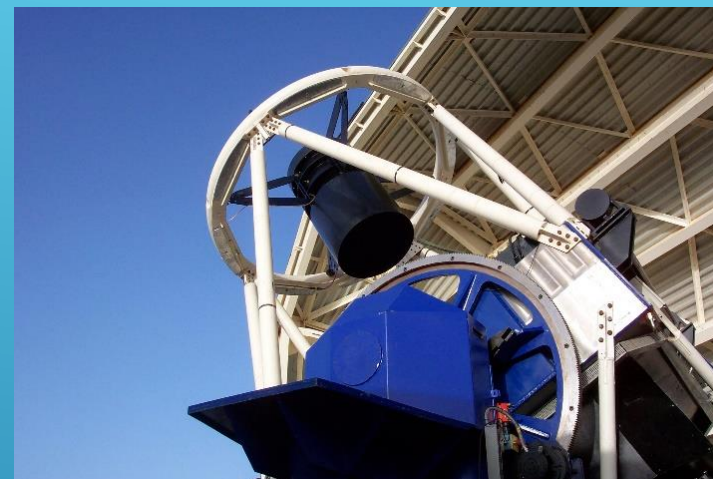


**SPHERE - Spectro-Polarimetric
High-contrast Exoplanet REsearch instrument**

ТЕЛЕСКОПЫ-РОБОТЫ И ОБЗОРЫ НЕБА



Sloan digital sky survey

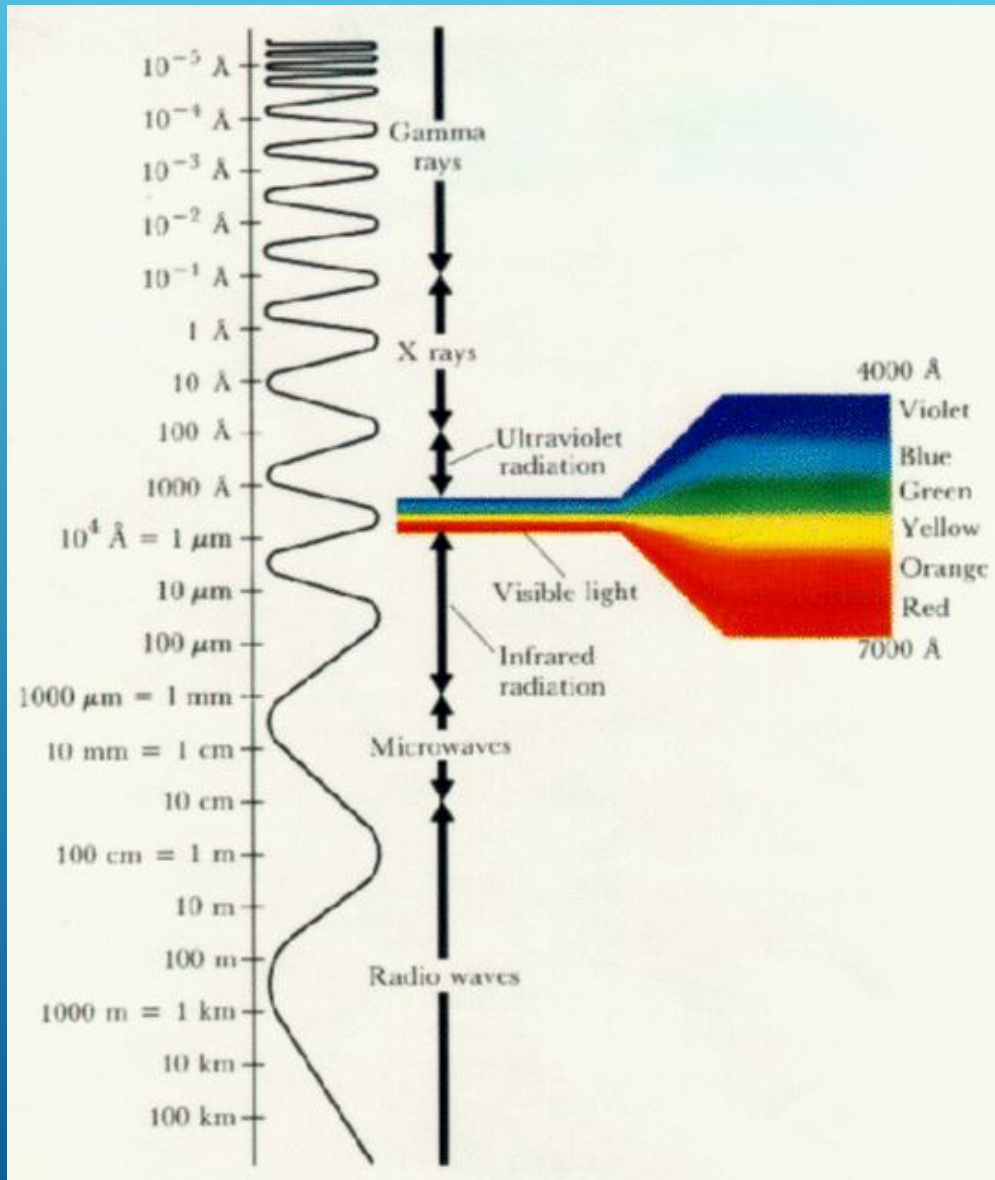


Liverpool Telescope (2m)



МАСТЕР

ВСЕВОЛНОВАЯ АСТРОНОМИЯ



Наблюдения теперь проводят во всех спектральных диапазонах:

- Радио
- Инфракрасном
- Оптическом
- Ультрафиолетовом
- Рентгеновском
- Гамма

Разные диапазоны приносят информацию о разных процессах

РАДИОАСТРОНОМИЯ

Космическое радиоизлучение было открыто в 1932 году.
Но развитие радиоастрономии началось только после Второй Мировой войны.



Два вида телескопов: «тарелки» и «рогульки»

СОВРЕМЕННЫЕ РАДИОТЕЛЕСКОПЫ



РОССИЙСКИЕ РАДИОТЕЛЕСКОПЫ

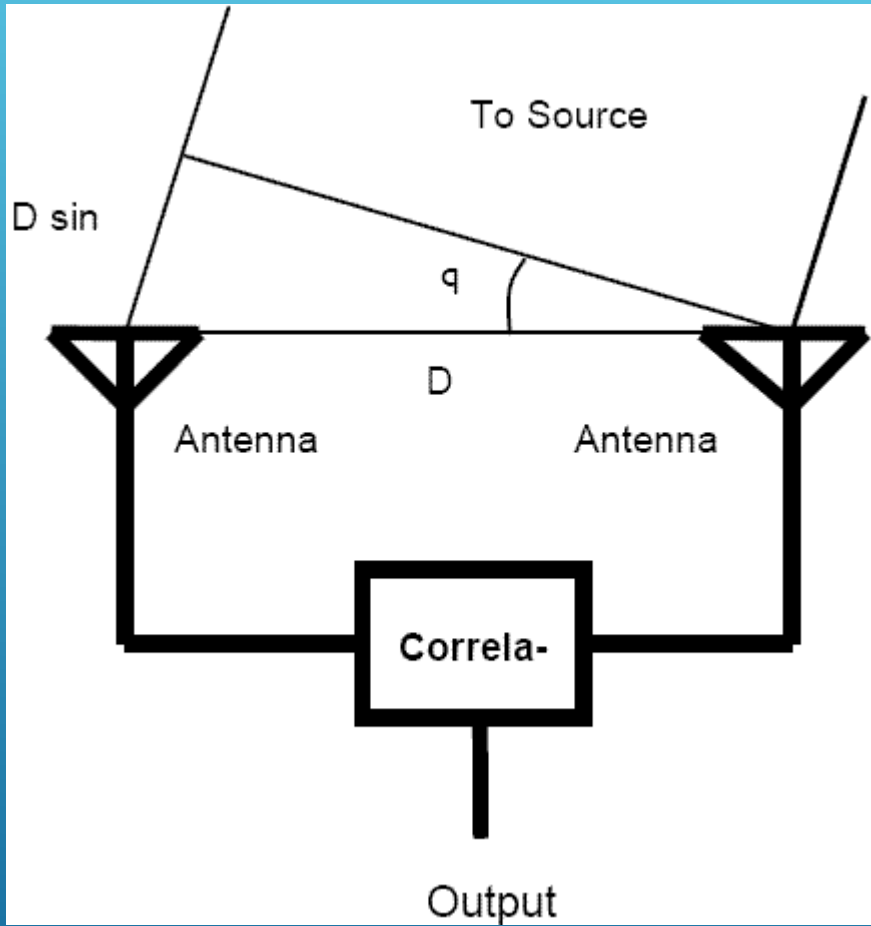


РАТАН-600

И два
телескопа
в Пуцино:
БСА и ДКР

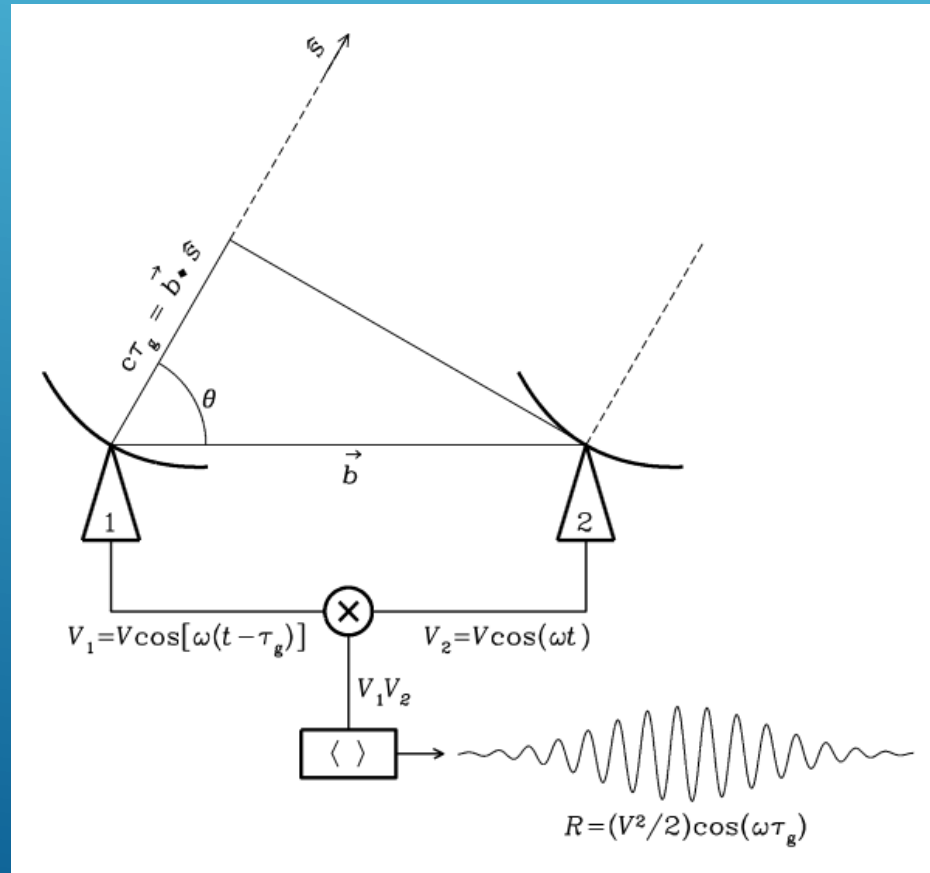


ИНТЕРФЕРОМЕТРЫ

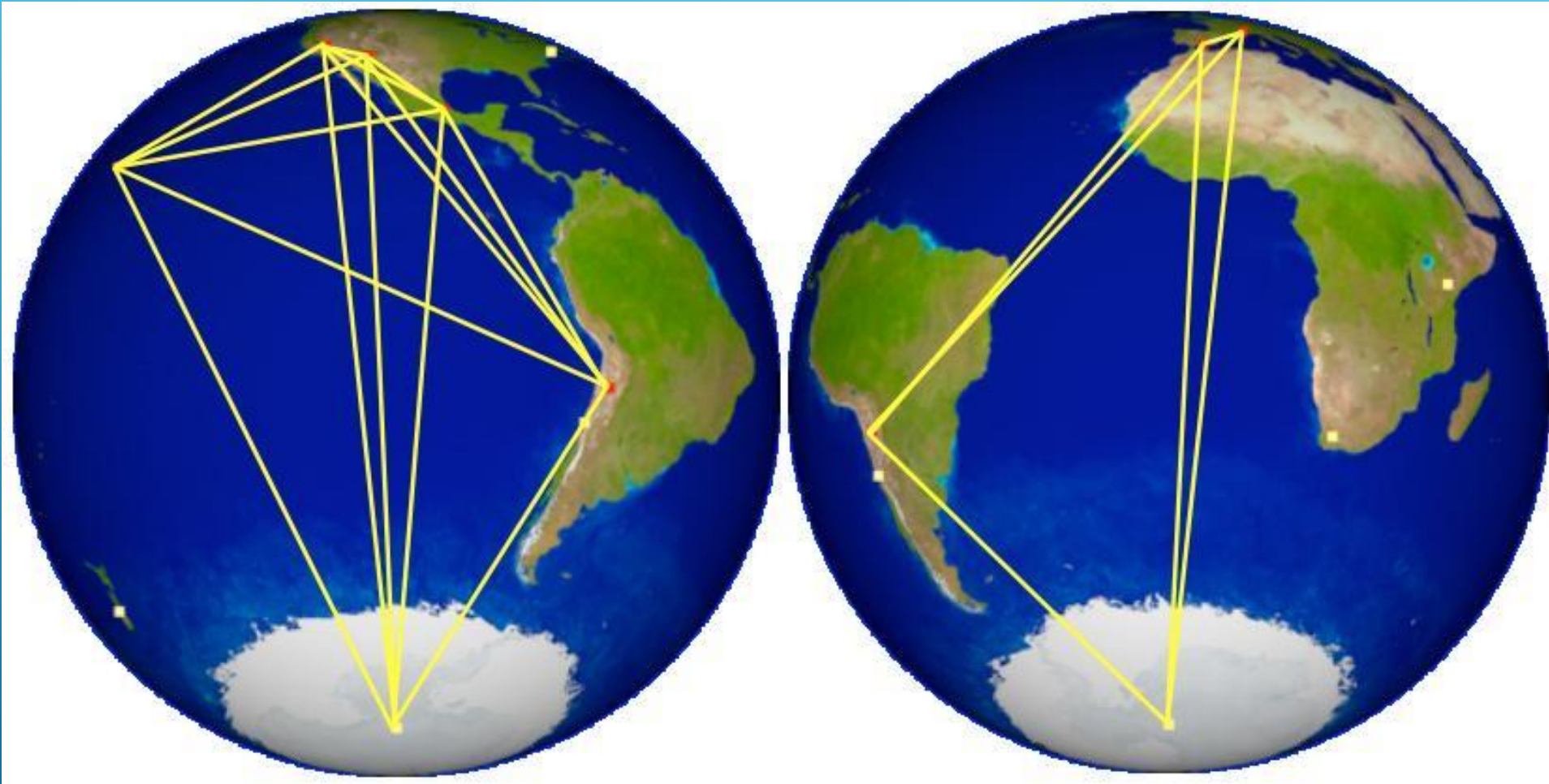


$$\theta = 1.220 \frac{\lambda}{D}$$

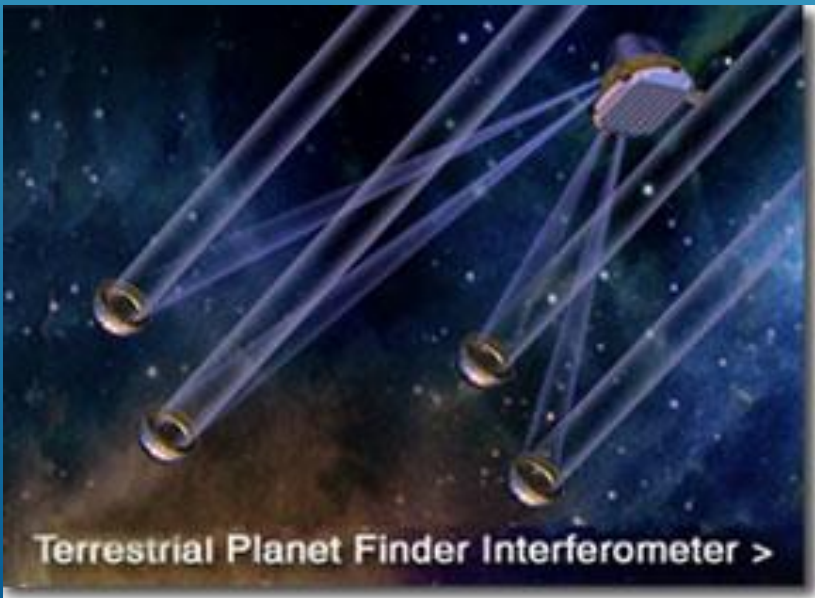
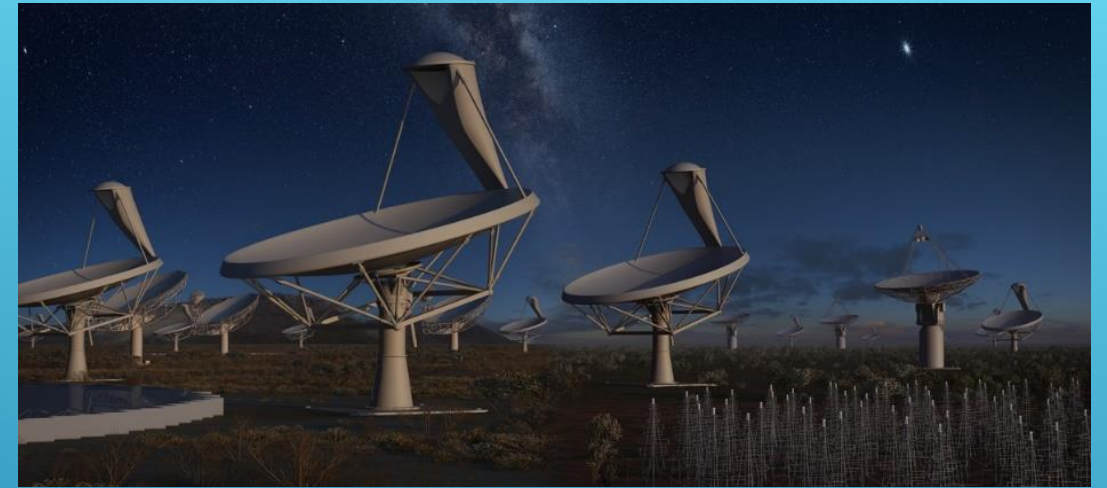
Высокое угловое разрешение в направлении, соединяющем два телескопа.



ТЕЛЕСКОП ГОРИЗОНТА СОБЫТИЙ



ОПТИКА И РАДИО



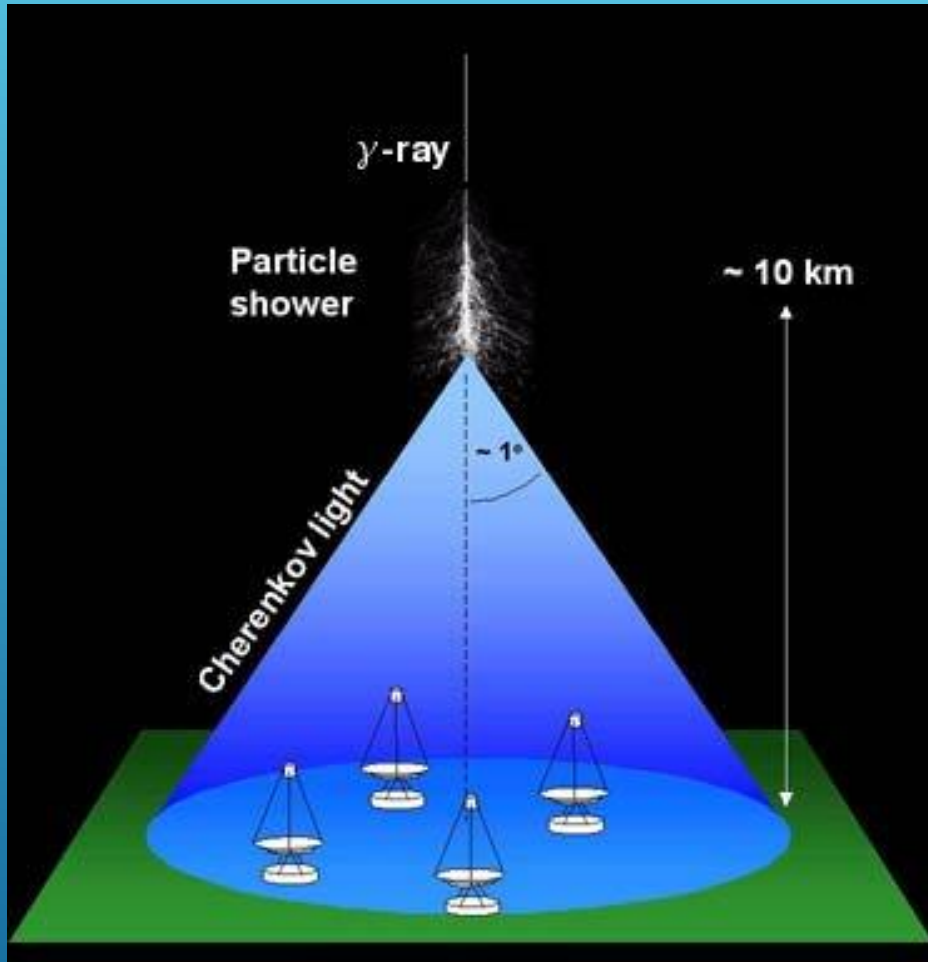
ИК НАБЛЮДЕНИЯ



ALMA

- Формирование звезд
- Экзопланеты
- Межзвездная среда
- Центр Галактики

ГАММА-АСТРОНОМИЯ НА ЗЕМЛЕ



Влетая в атмосферу Земли гамма-квант очень высокой энергии приводит к появлению вспышки в оптическом диапазоне.



ИТОГИ

Наблюдения с поверхности Земли возможны в оптическом и радиодиапазонах.

Плюс, частично в ИК.

Плюс, возможны наземные гамма-наблюдения.

