

Астрономия

Сурдин В.Г.

Лекция 5

История создания и принцип работы телескопов.
Рефракторы, рефлекторы и зеркально-линзовые
системы.



**Клавдий
Птолемей
(II век н.э.)**

**с
астрономическим
посохом в руке**

Портрет условный

ORTHOGRAPHIA

PRAECIPVAE DOMVS
INSVLA PORTHMI DANKI
da graua circa annum 1580
exadi.

ARCIS VRANIBV RGI IN
HVÆNNA Astronomia instauran-
a TYCHONE BRAHE
fiata



**Обсерватория Тихо Браге (1546-1601)
“Ураниборг” на острове Вен**



Вильям Гильберт (1540-1603)

Наблюдение Луны невооруженным глазом

**Чтобы рассмотреть
мелкие детали объекта,
используют лупу,**



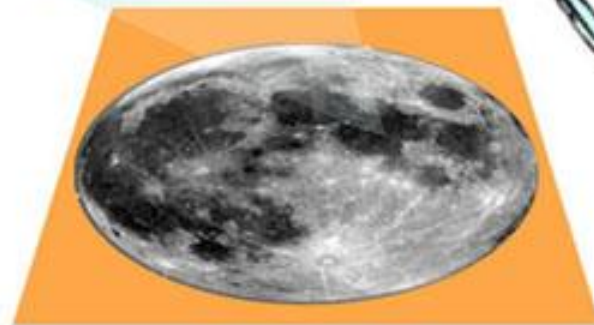
**которую
подносят
к объекту**

**Но близко подойти
к небесному телу**



мы не можем!

**Следовательно,
нужно создать на Земле
изображение объекта
и детально его
рассмотреть!**



ОПТИКА:

ИСКУССТВО
УПРАВЛЕНИЯ
СВЕТОМ



Чего мы хотим от оптики?

- ▶ Различить мелкие детали



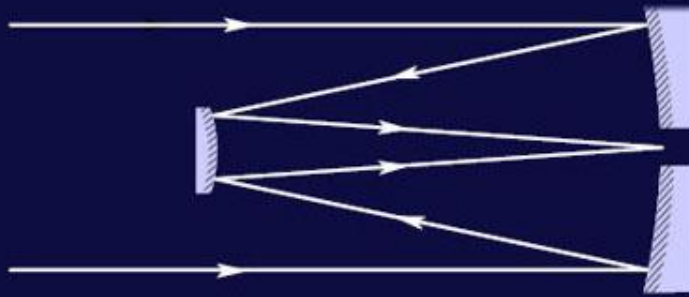
- ▶ Заметить тусклые объекты



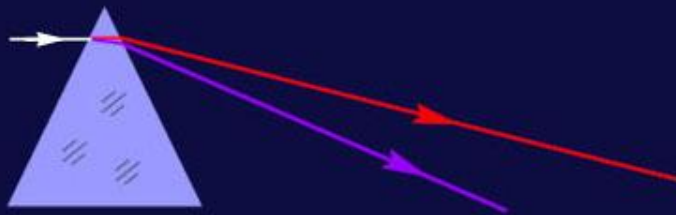
Как можно управлять светом?



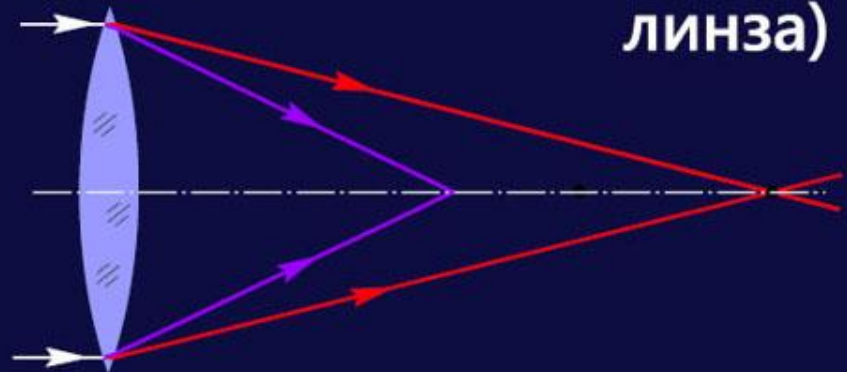
ограничивать (экран)



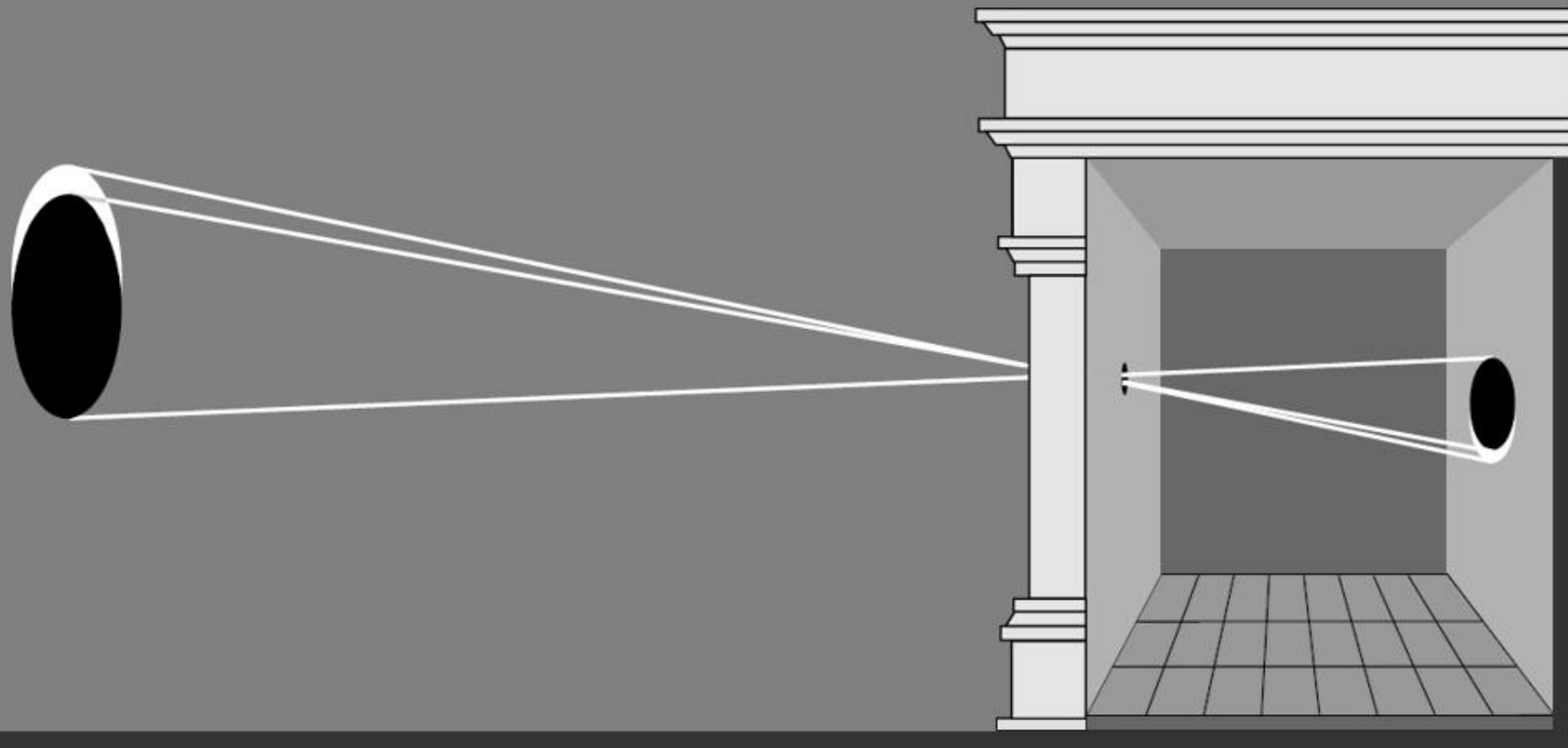
отражать (зеркало)



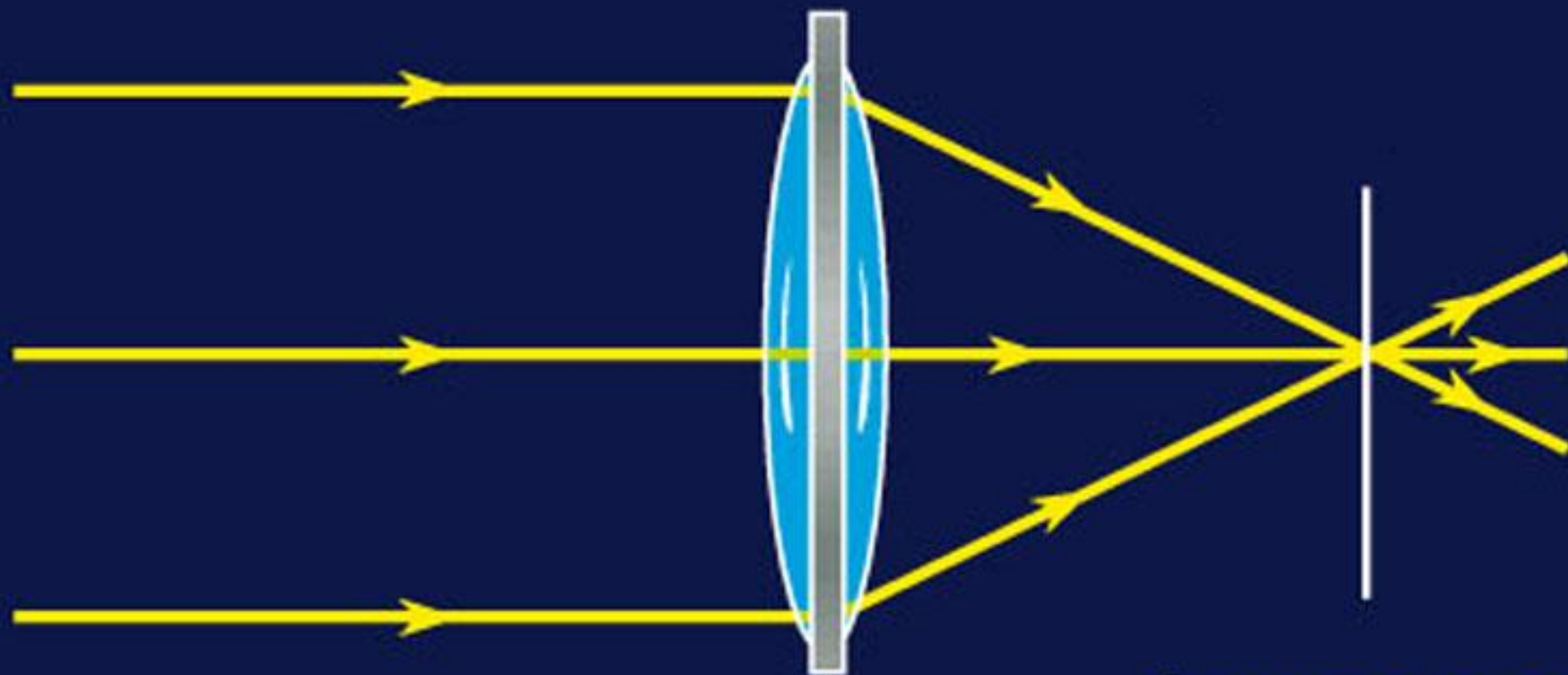
преломлять (призма,
линза)



Камера-обскура (лат. «темная комната»)



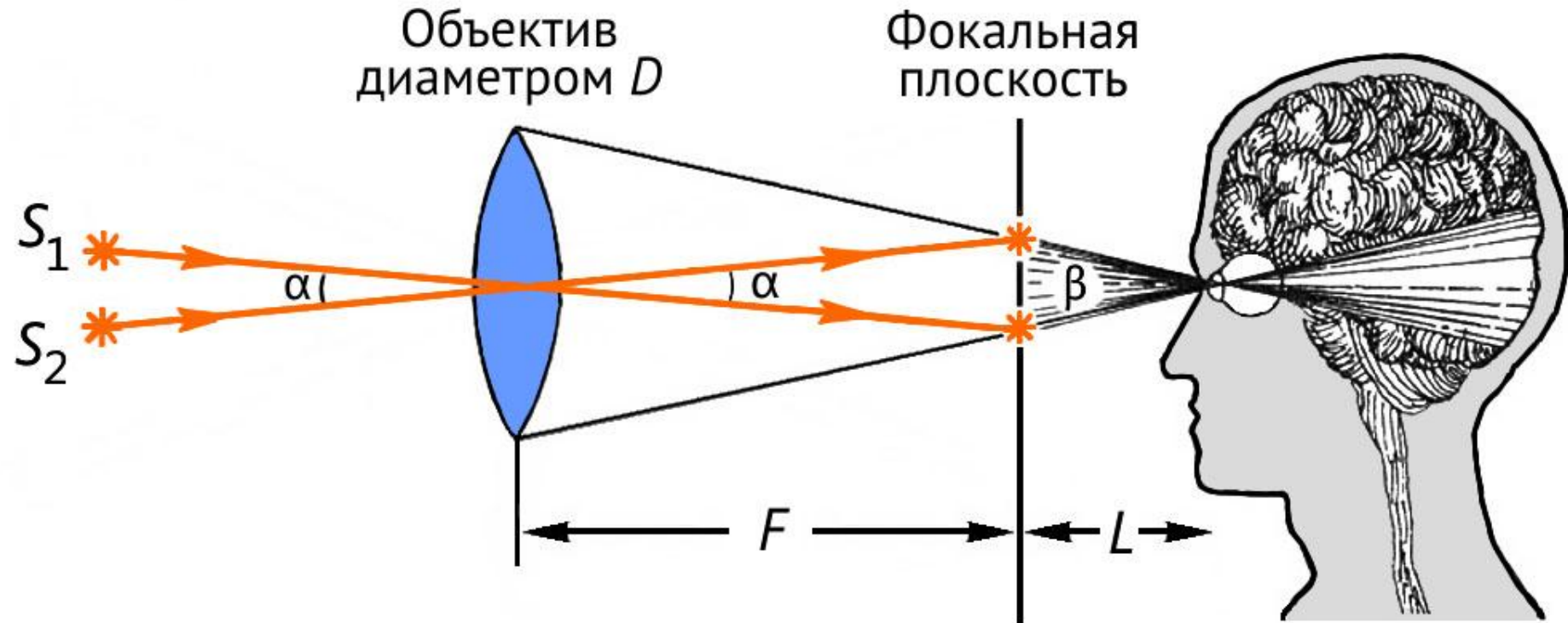
Линза



**Фокальная
плоскость**

Простейший телескоп

(пользоваться им неудобно)

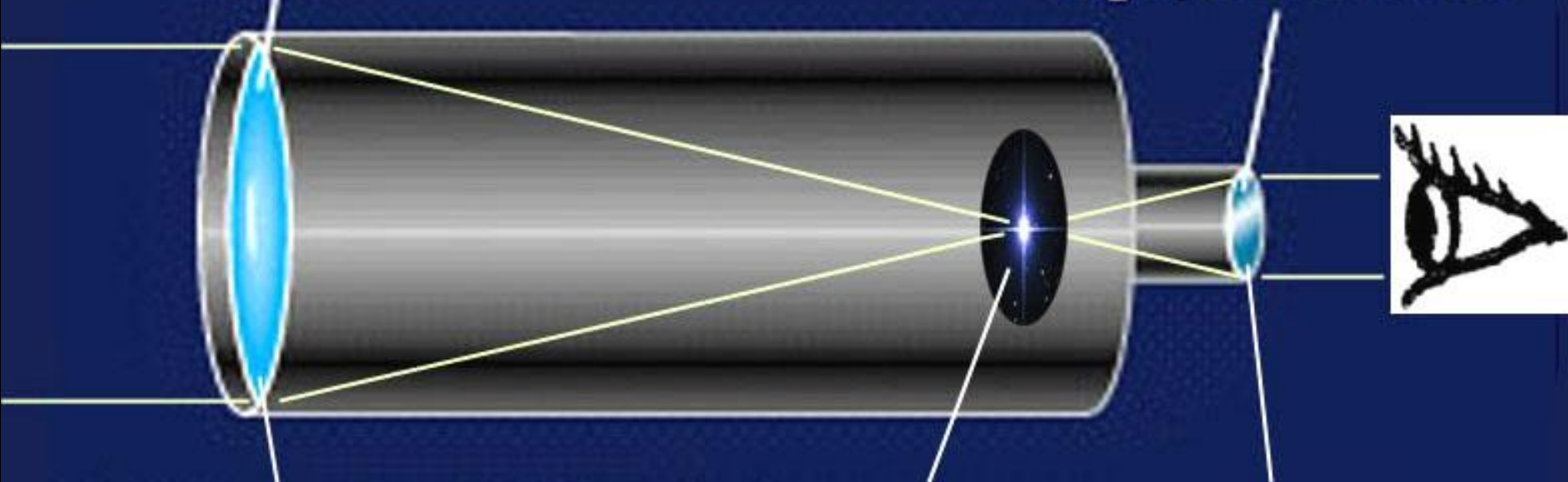


$$\text{Увеличение} = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{F}{L}$$

$$\text{Угловой диаметр поля зрения} = \frac{DL}{(F+L)F}$$

objective lens

eyepiece lens



Объектив

Изображение
объекта

Окуляр

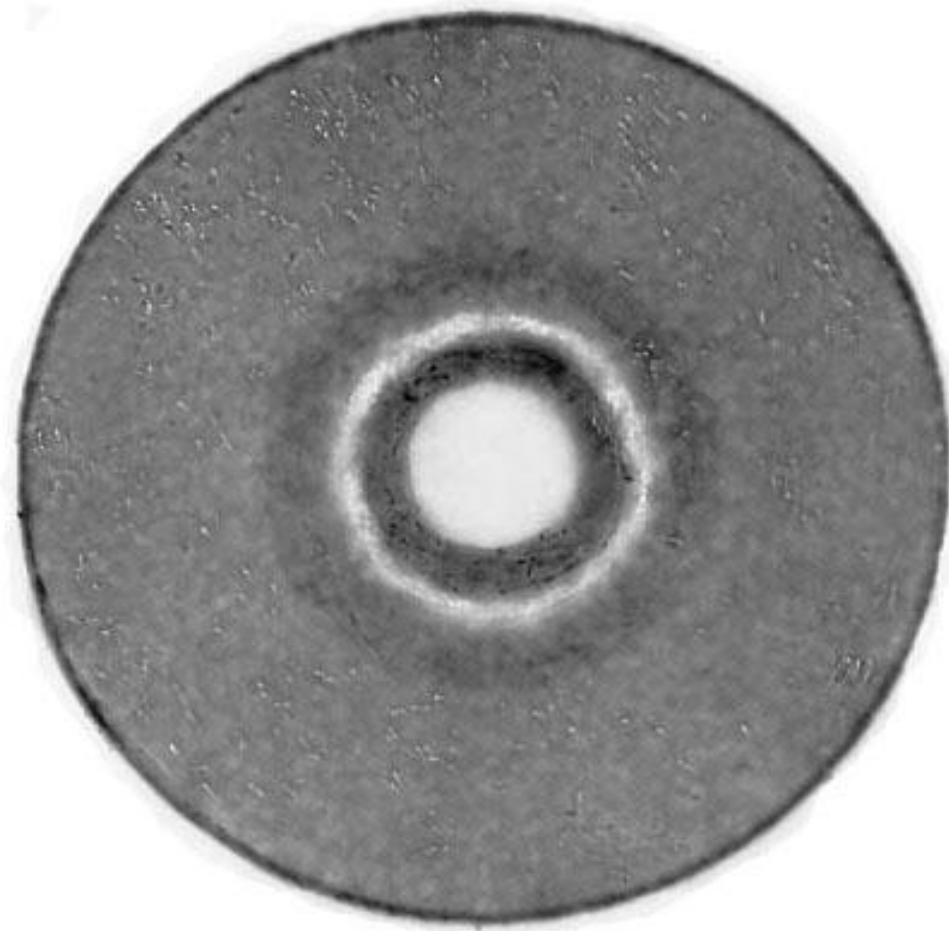
Принцип телескопа:
*объектив создает изображение объекта,
а глаз рассматривает его в лупу*



Галилео, 1609



Дифракция



**Изображение удаленного точечного источника,
построенное
оптически идеальным круглым объективом**

АБЕРРАЦИЯ ОПТИЧЕСКАЯ – искажение изображения, построенного объективом оптического прибора.

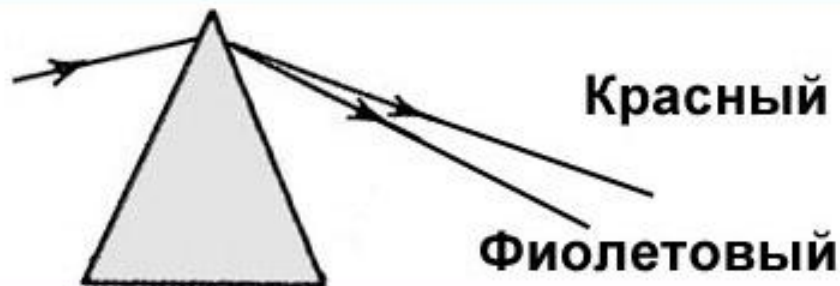
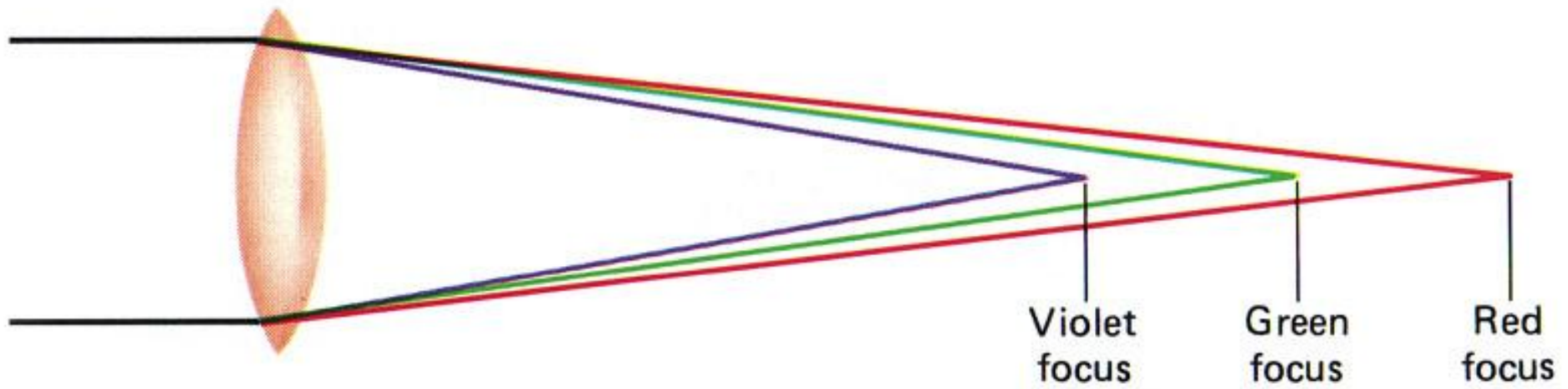
Виды аберрации в зависимости от причины и характера искажений:

- **хроматическая аберрация**
- **сферическая аберрация**
- **кривизна поля**
- **астигматизм**
- **дисторсия**
- **кома**

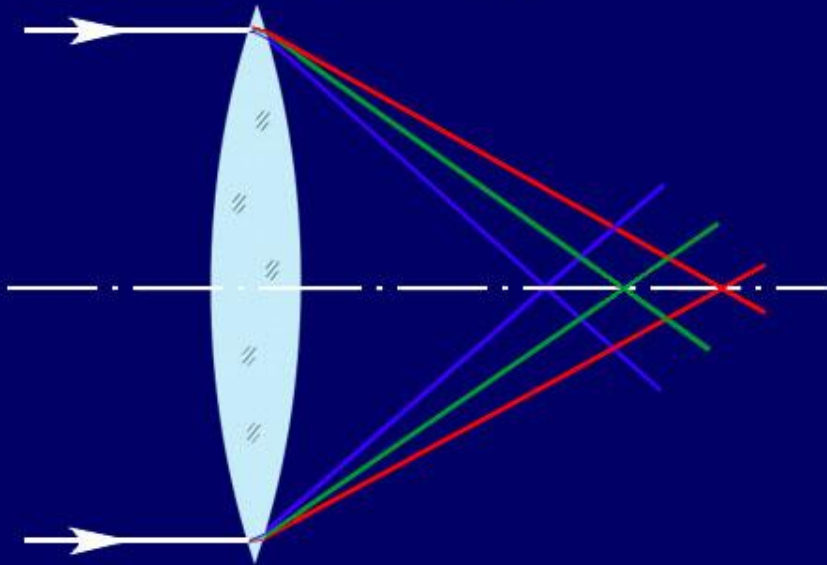
НЕ ПУТАТЬ!

Аберрация света (stellar aberration) – кажущееся смещение направления на светило, вызванное движением наблюдателя.

Хроматическая aberrация простой линзы

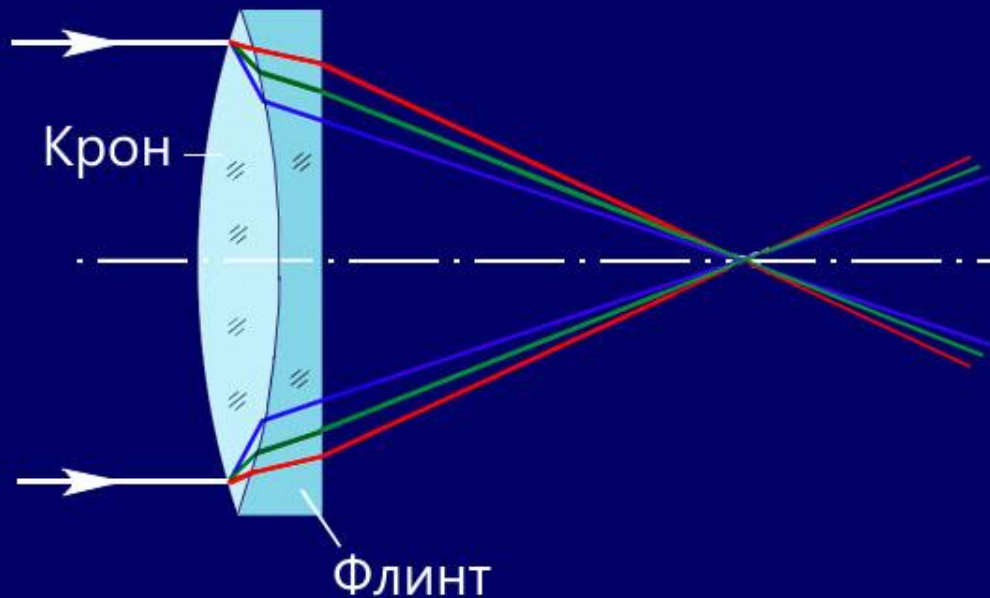


Одиночная линза

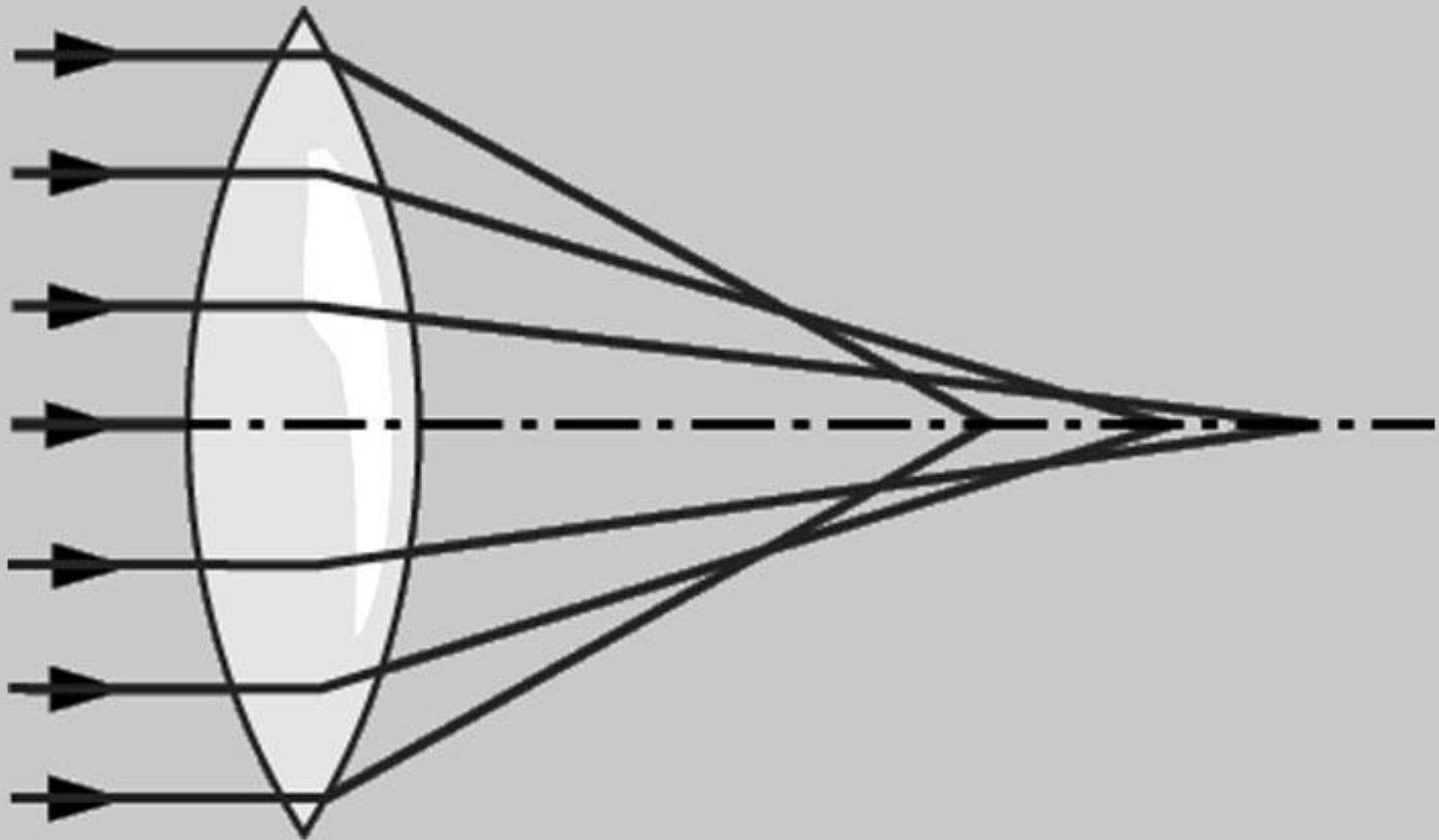


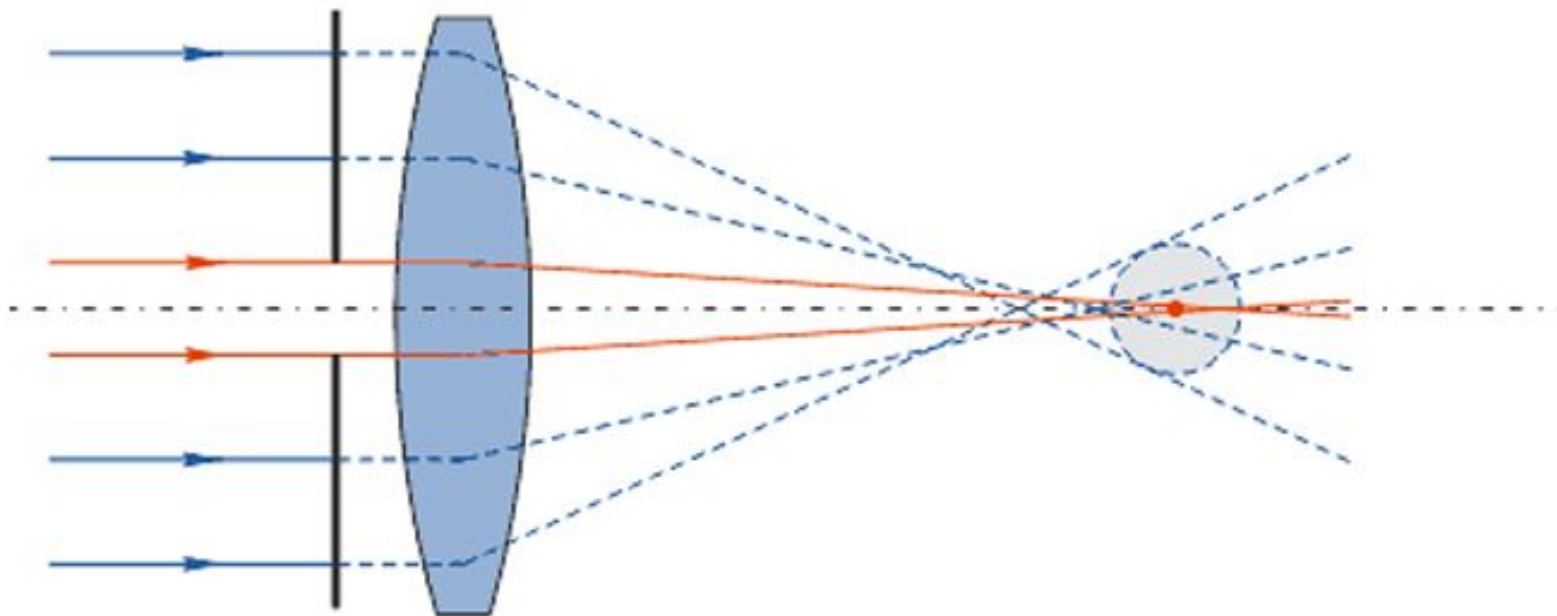
Хроматическая aberrация

Ахроматический дублет

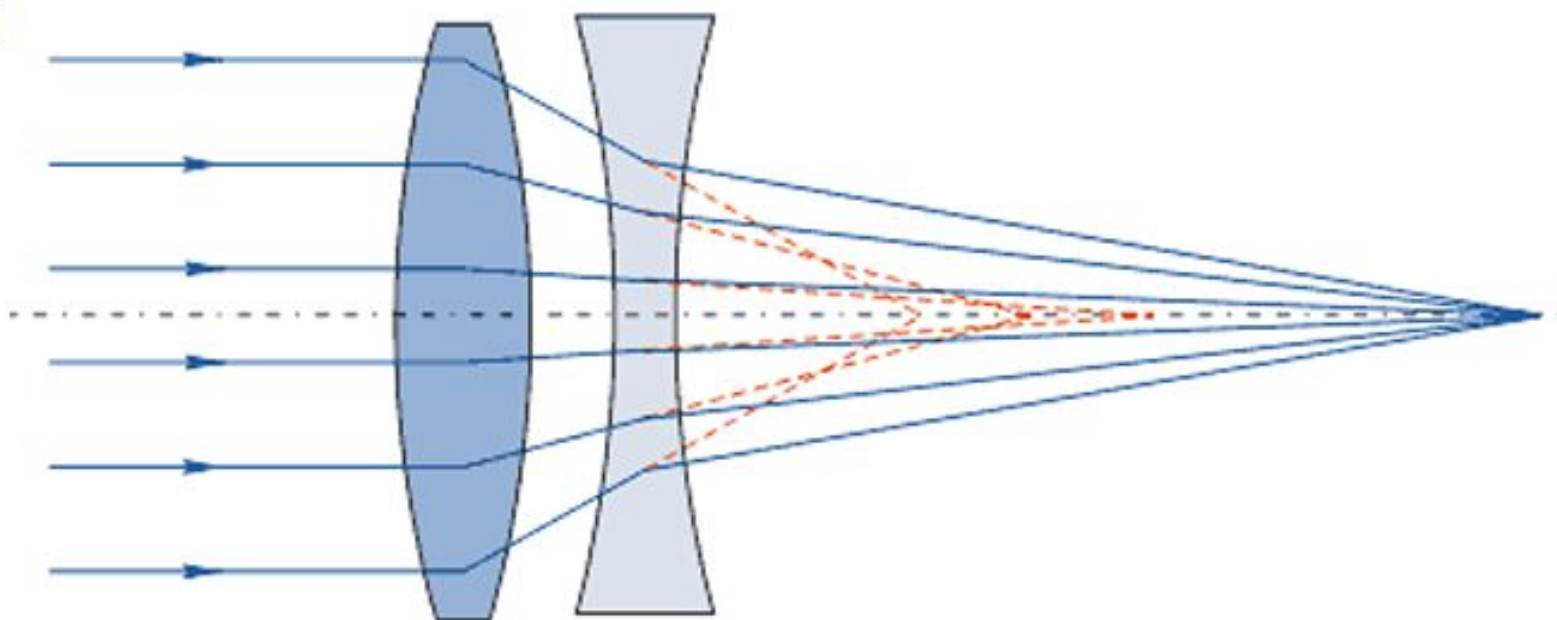


Сферическая абберрация



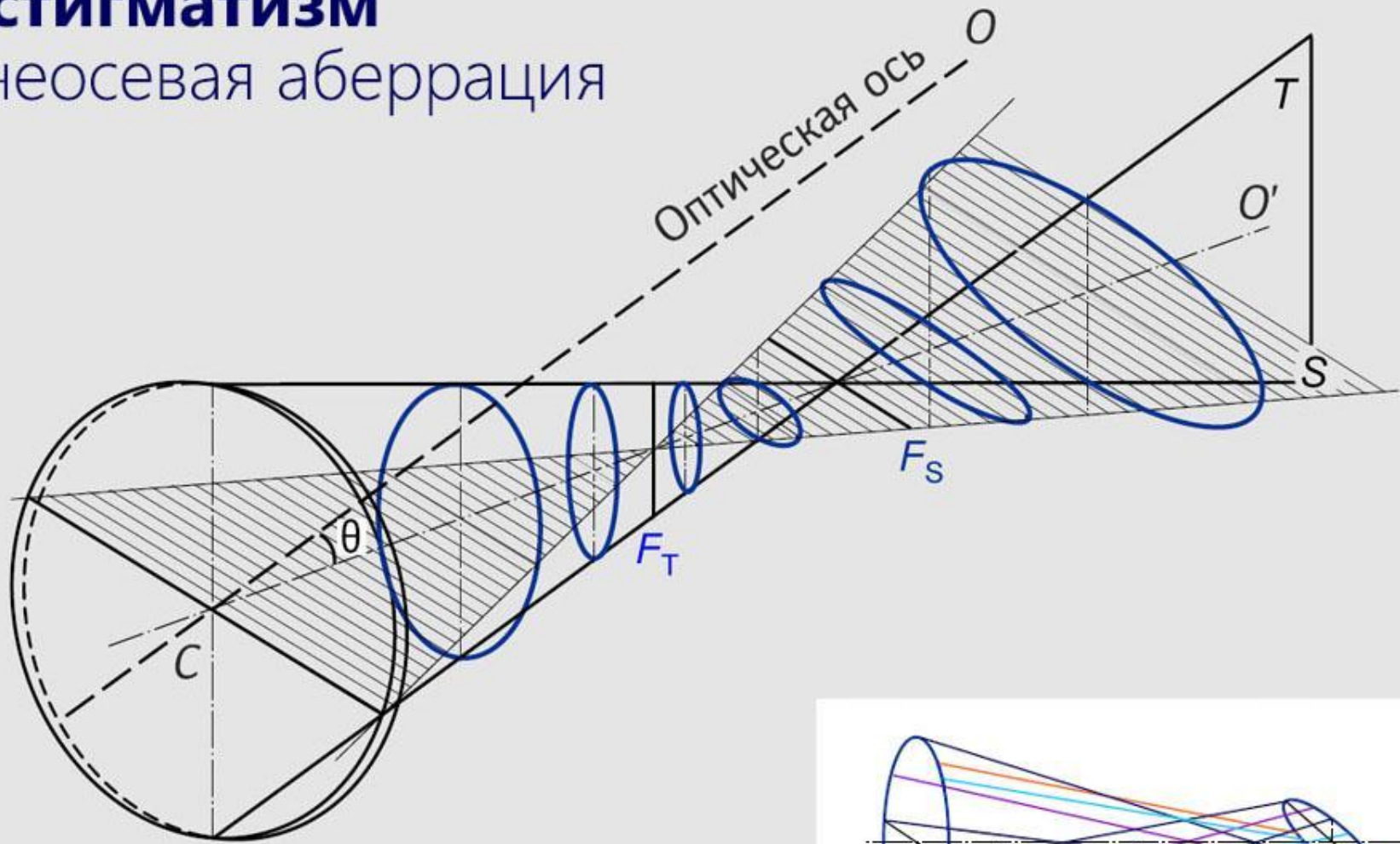


Борьба со сферической абберацией



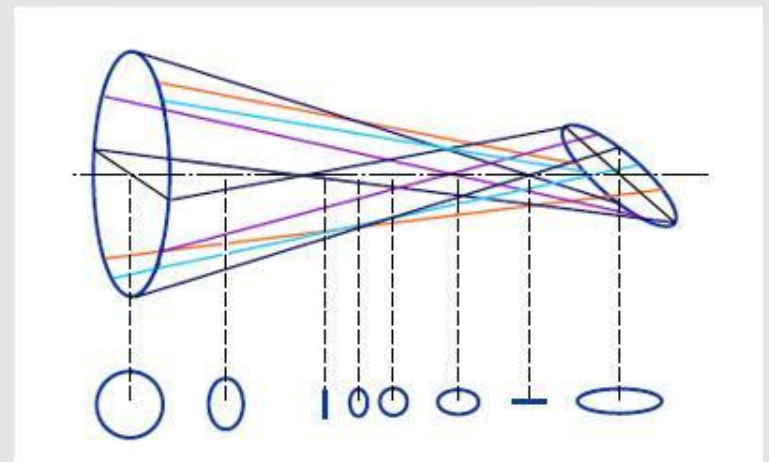
Астигматизм

Внеосевая аберрация



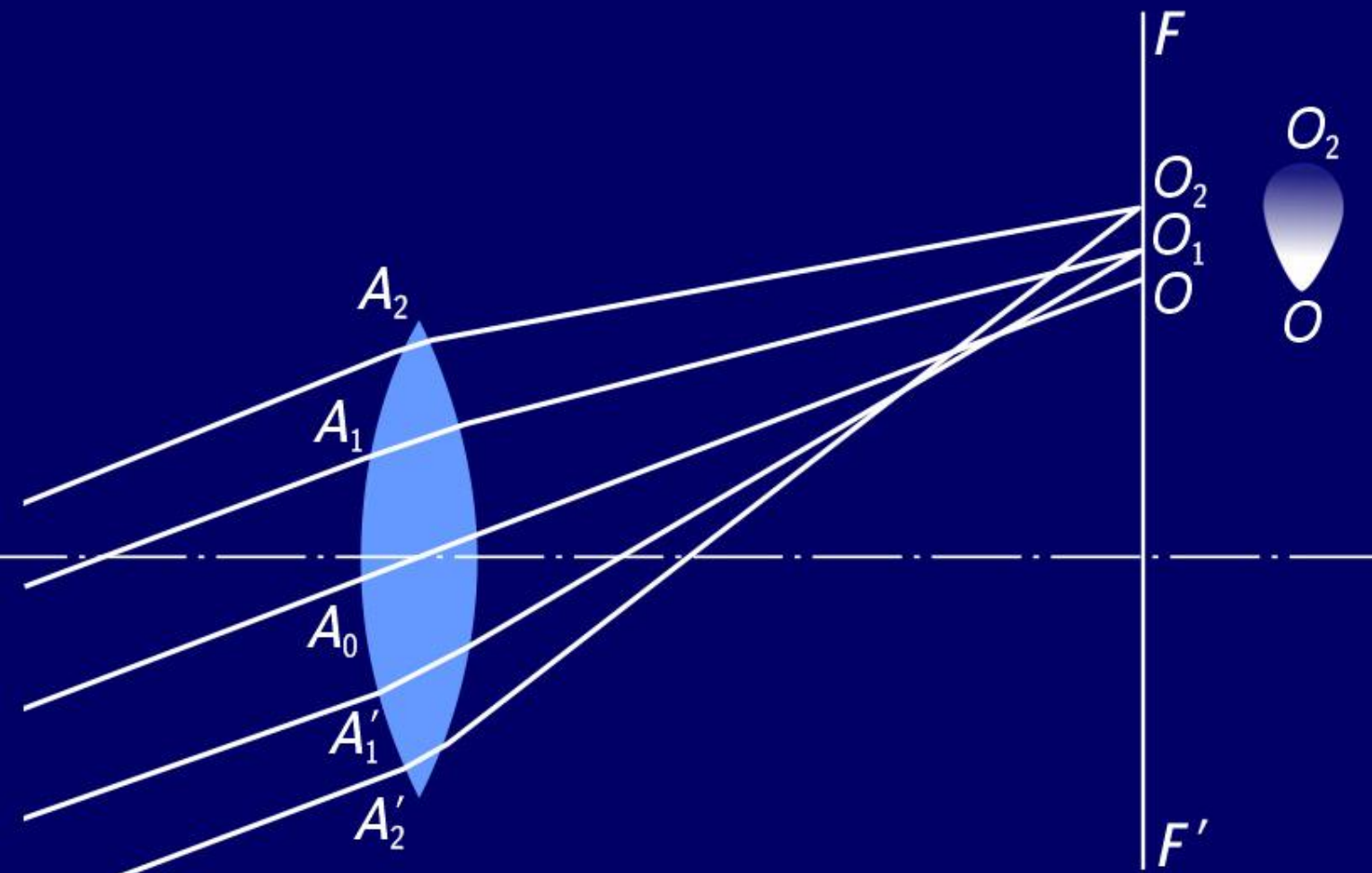
S — сагиттальная плоскость

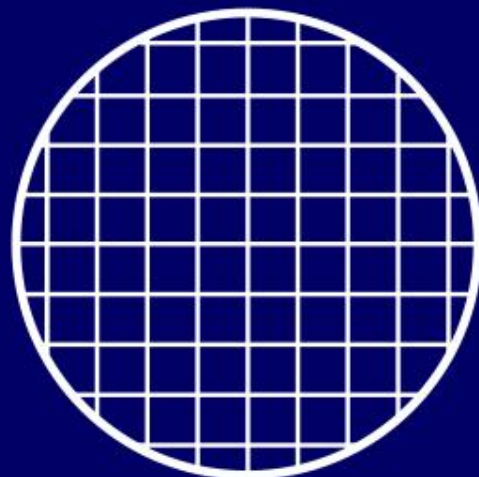
T — тангенциальная плоскость
(или M — меридиональная)



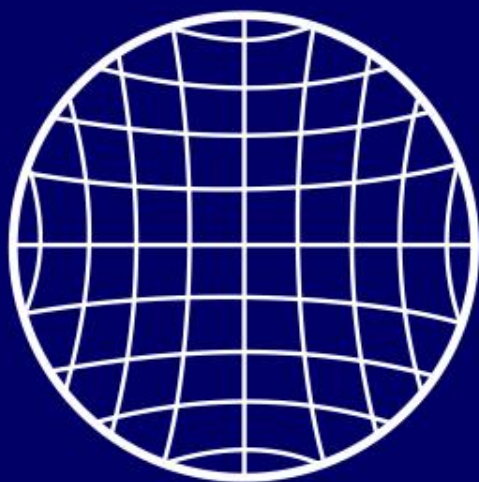
Кома (внеосевая аберрация)

Изображение звезды
испорченное комой





**Неискаженное
изображение**

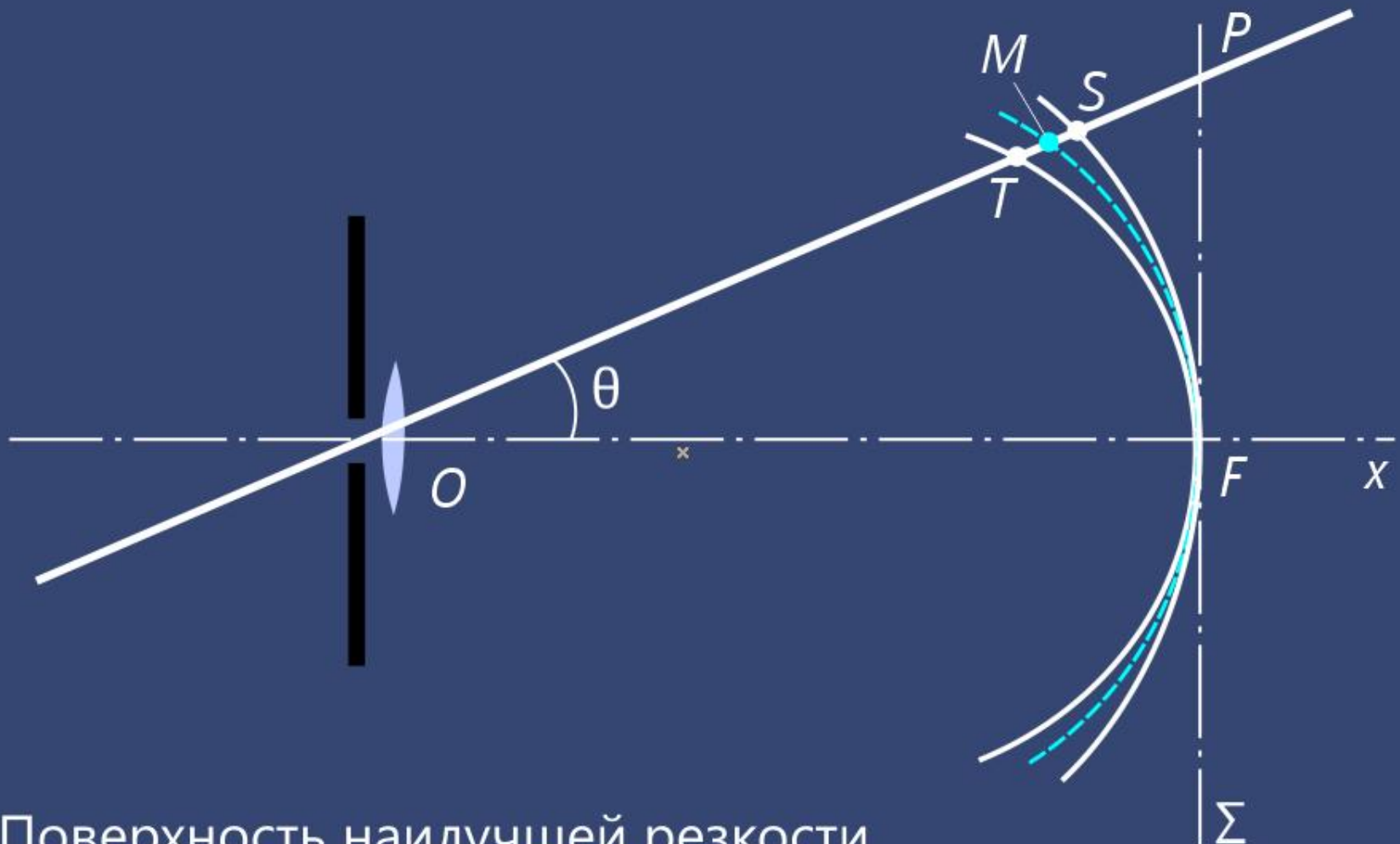


**Подушкообразная
дисторсия**



**Бочкообразная
дисторсия**

Кривизна поля



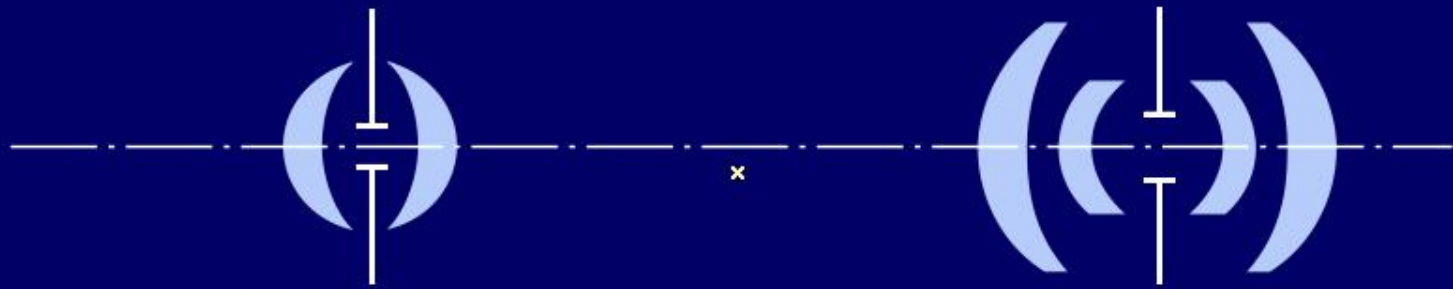
Поверхность наилучшей резкости
при наличии аберраций
близка к **сфере**

Фотообъективы



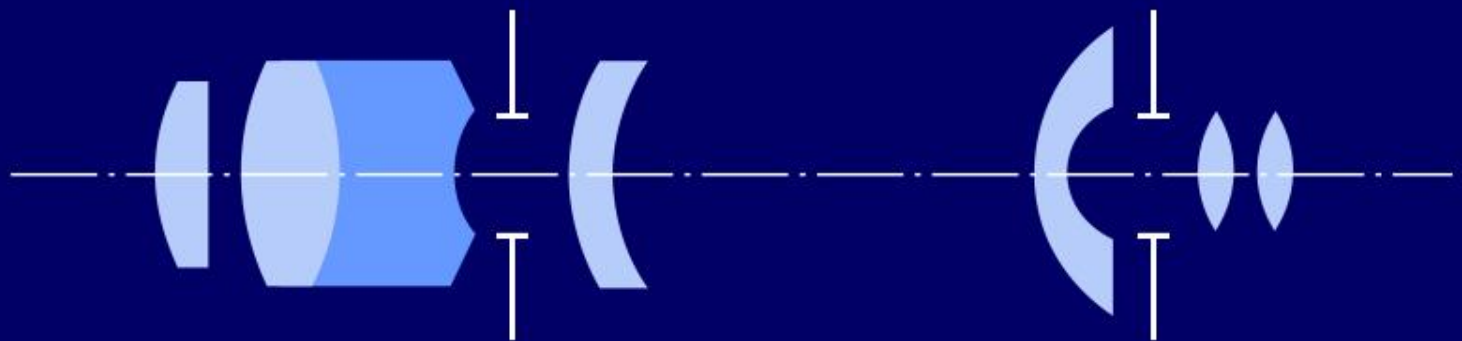
Триплет

Индустар



Гипергон

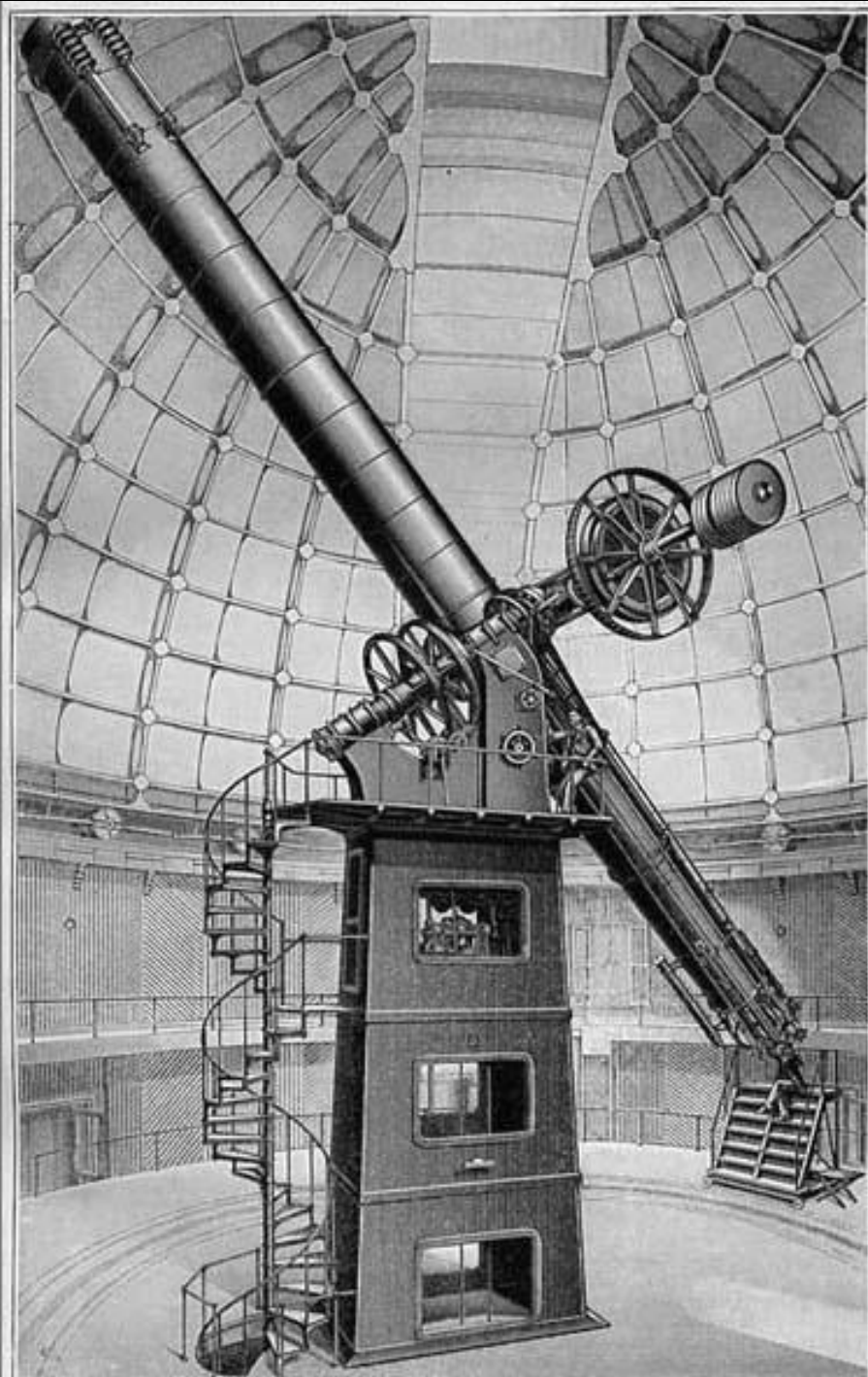
Орион



Юпитер

Широкоугольный
объектив Гилля

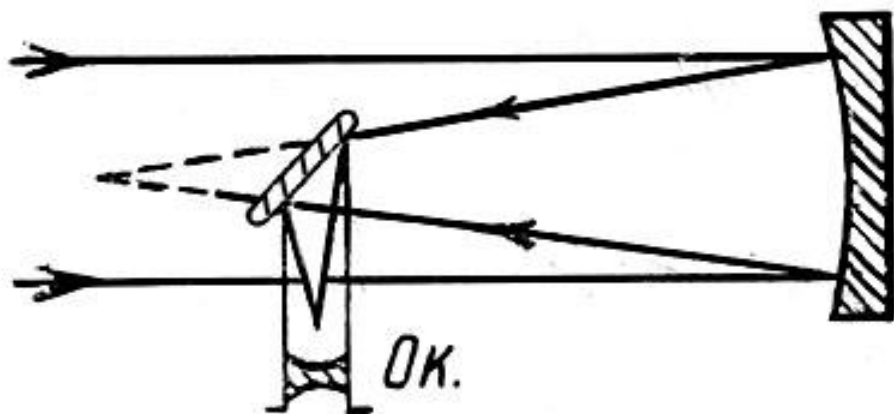
36-дюймовый рефрактор
Ликской обсерватории
(гора Гамильтон, Калифорния, 1888 г.)



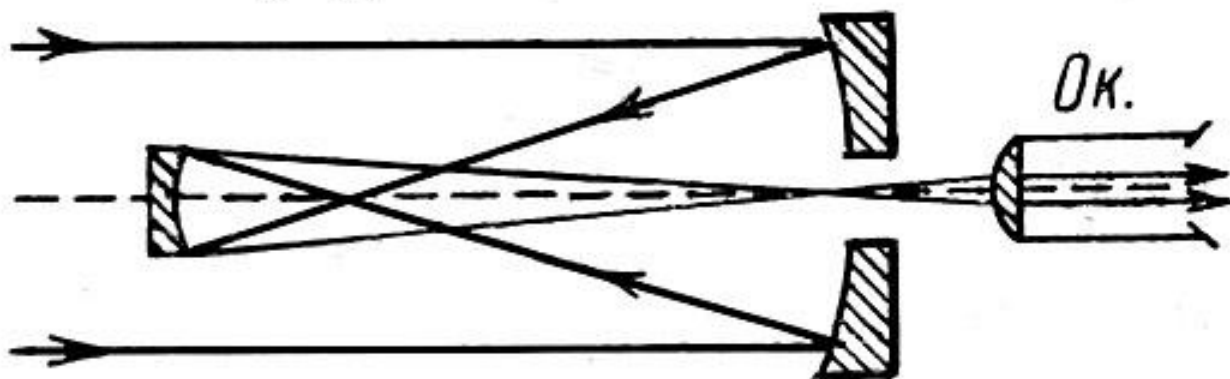


Исаак Ньютон
в 1668 г.
построил
первый
действующий
телескоп-
рефлектор

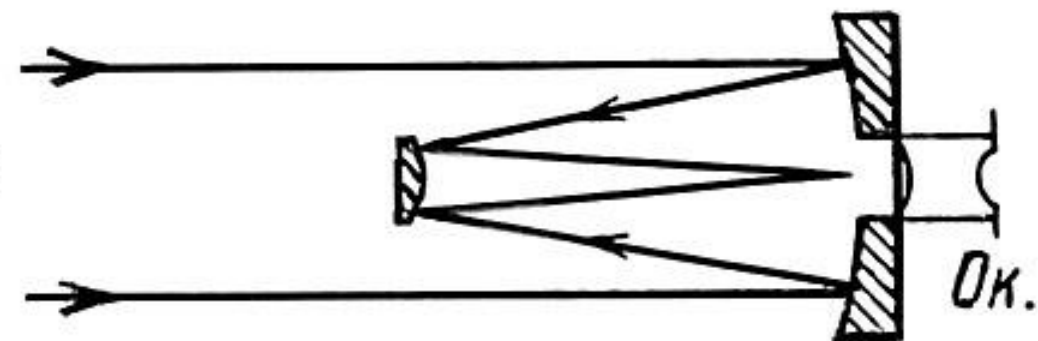
НЬЮТОН



Грегори



Кассегрен



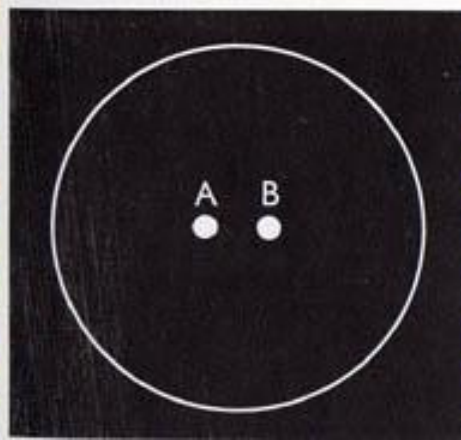
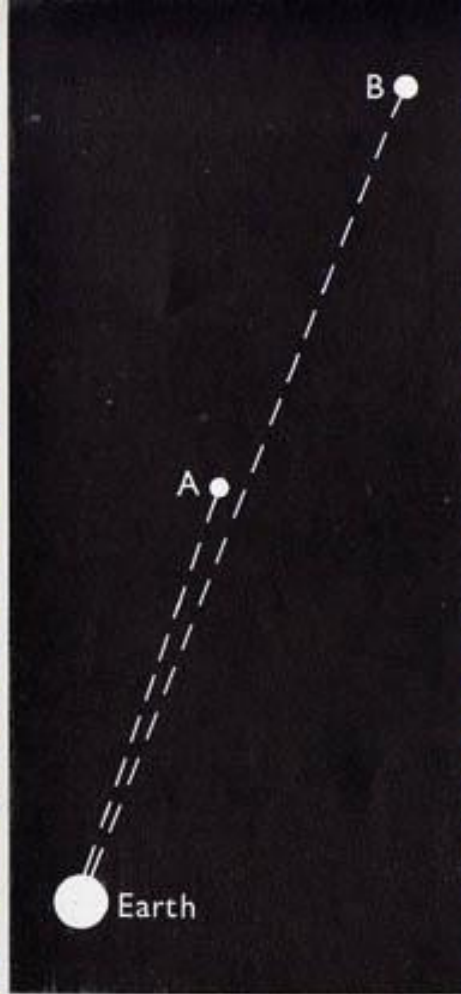


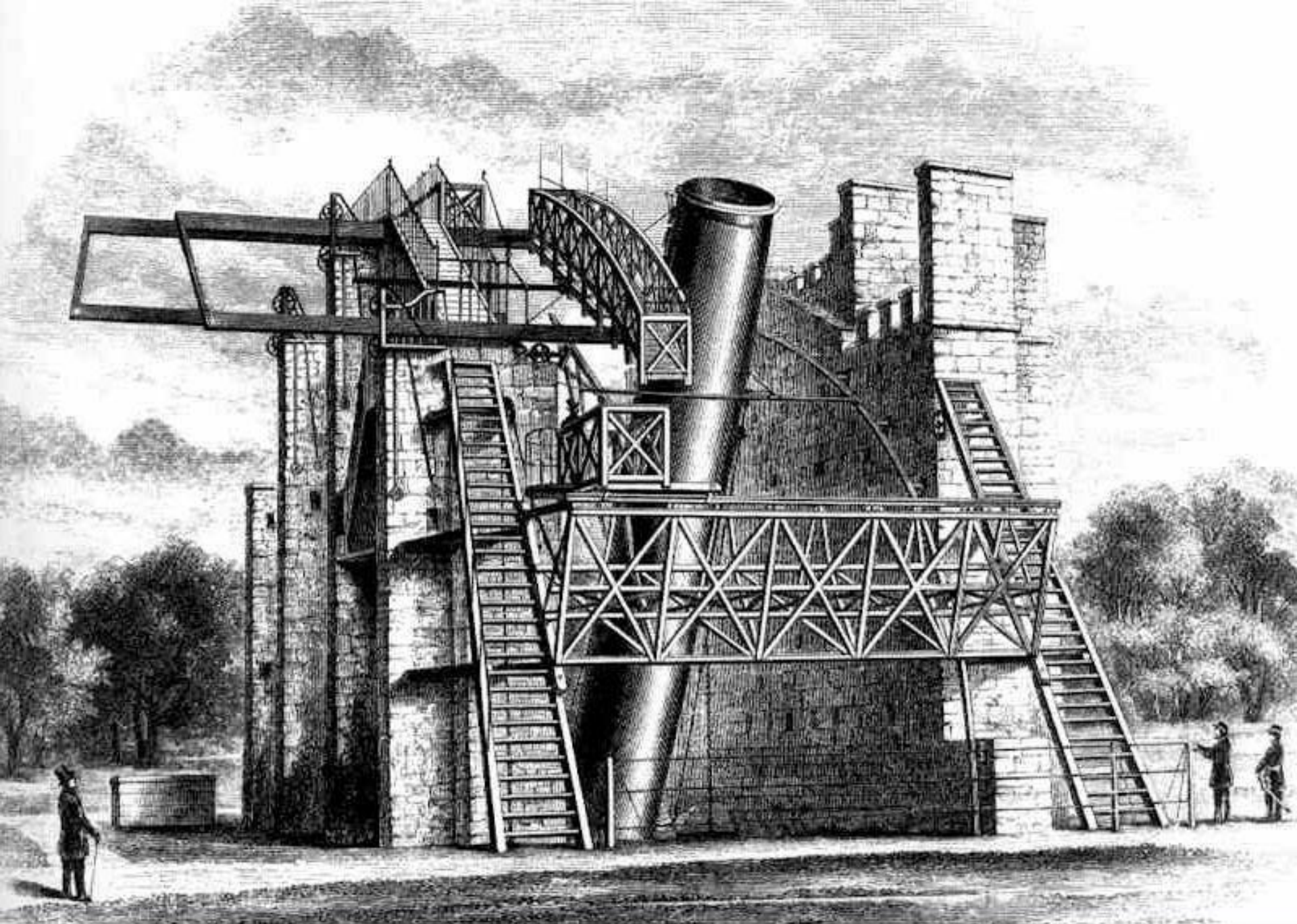
Вильям Гершель,
макет его телескопа
и схема попытки
измерить параллаксы
звезд.





Вильям Гершель
и его
самодельные
рефлекторы





182-см рефлексор Уильяма Парсонса, лорда Росса (Ирландия, 1845)

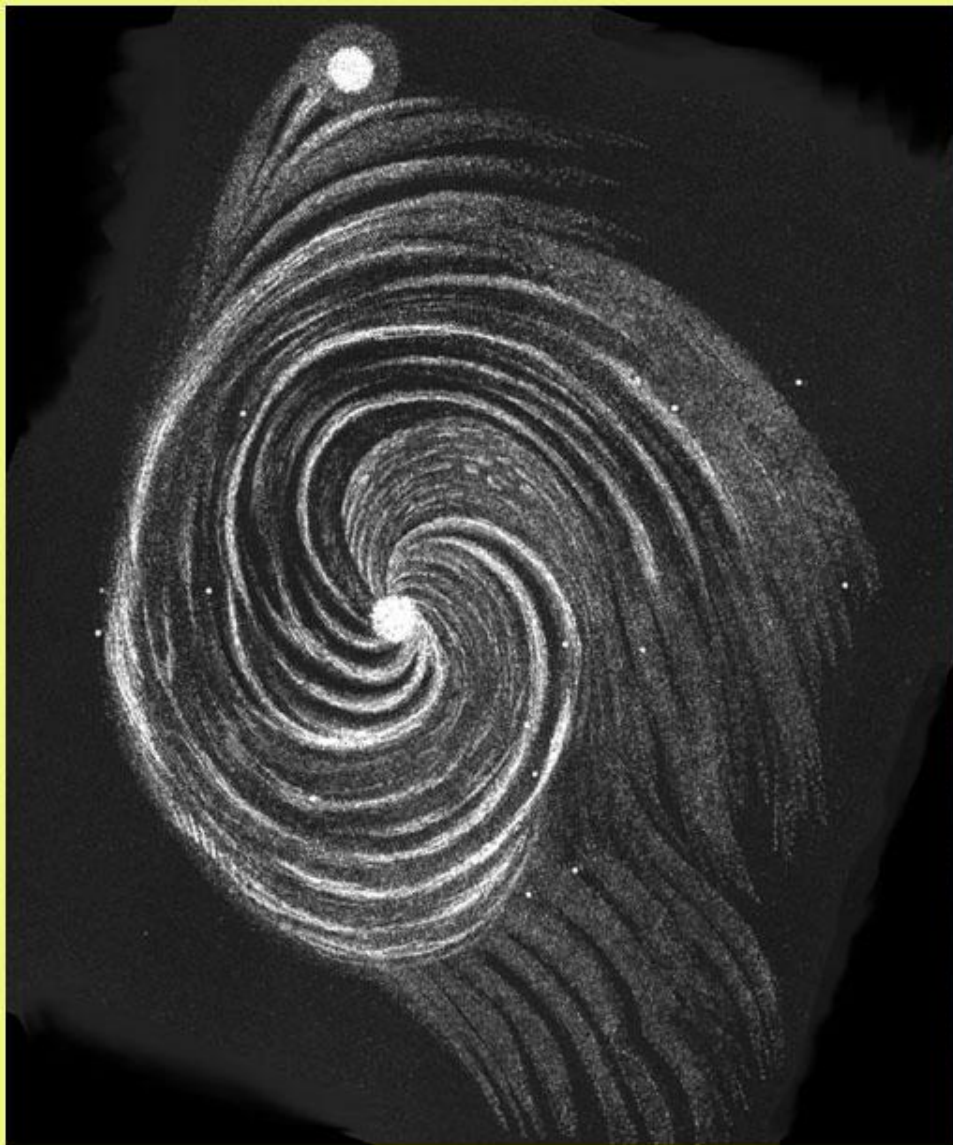


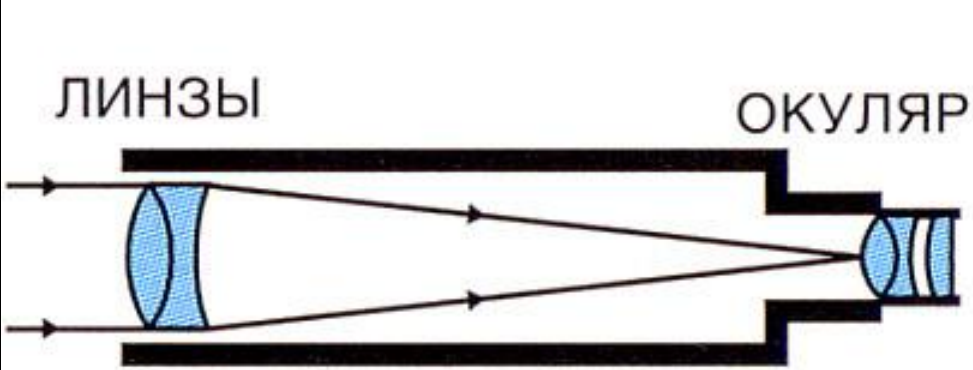
Рисунок лорда Росса
XIX век



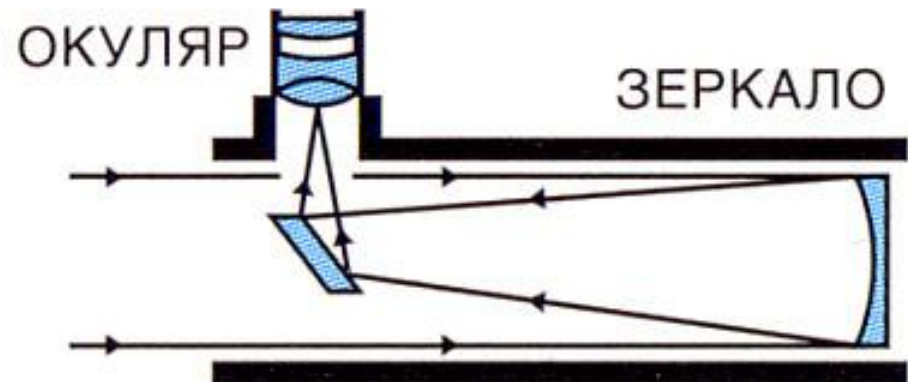
М 51

Фотография с Земли
XXI век

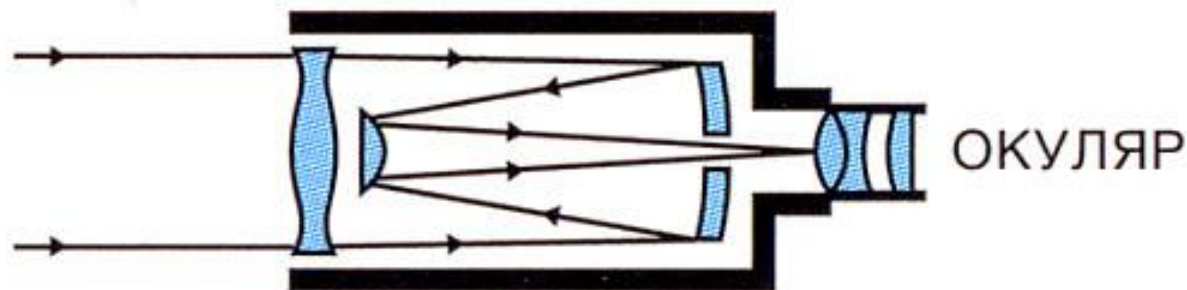
Типы телескопов



Рефрактор



Рефлектор



Катадиоптрический
(зеркально-линзовый)



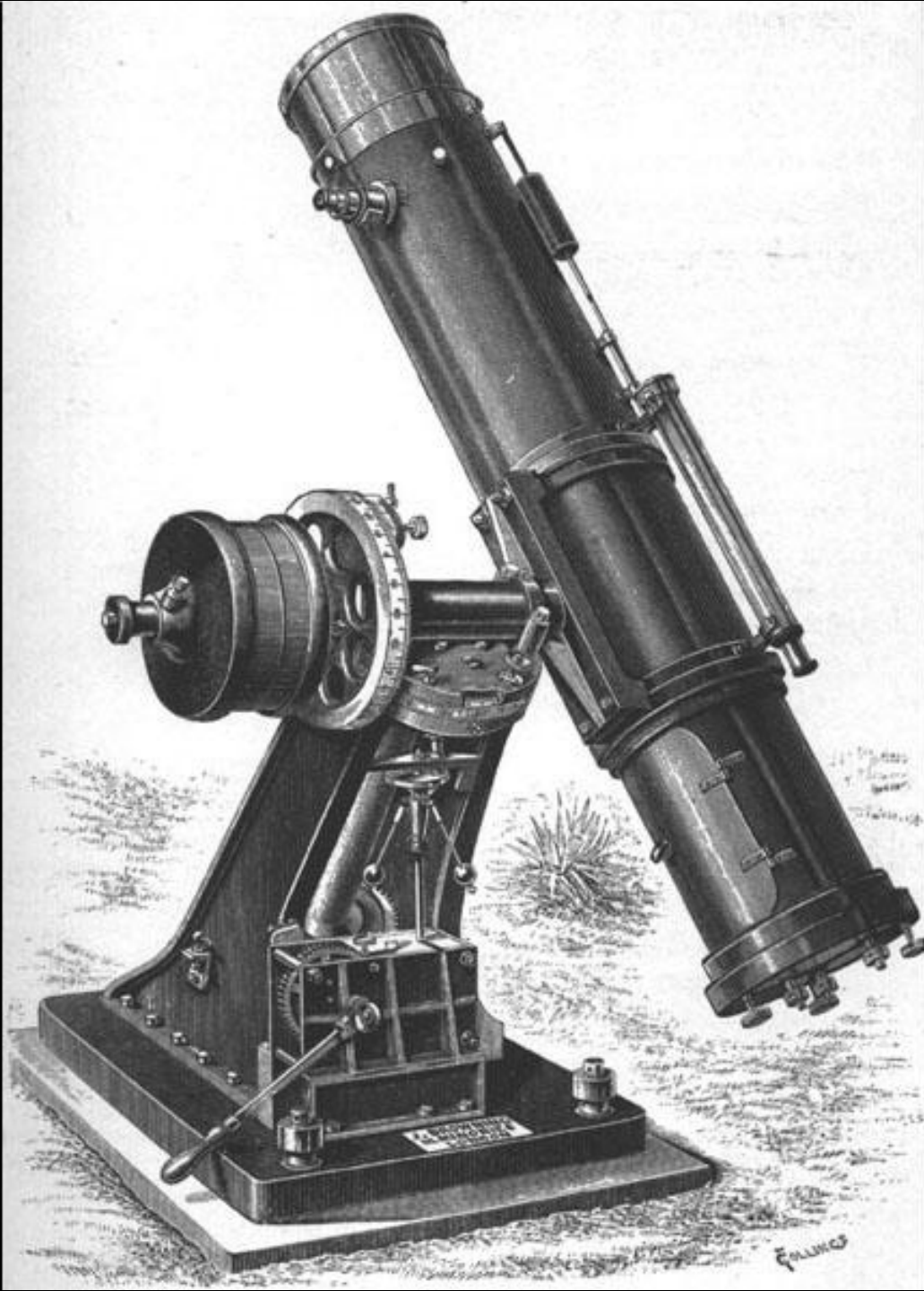
Современный крупный телескоп-рефлектор. Большой телескоп альт-азимутальный (БТА) диаметром 6 м Специальной астрофизической обсерватории (САО РАН). Северный Кавказ, станция Зеленчукская

Конструкция телескопа и башни



**Классический
телескоп:**

**труба с
оптическими
элементами
и
монтажная
для наведения
и ведения**



**Противоречивые
требования:**

**ОПТИКА
больше
и
тяжелее**

**МЕХАНИКА
легче
и
точнее**

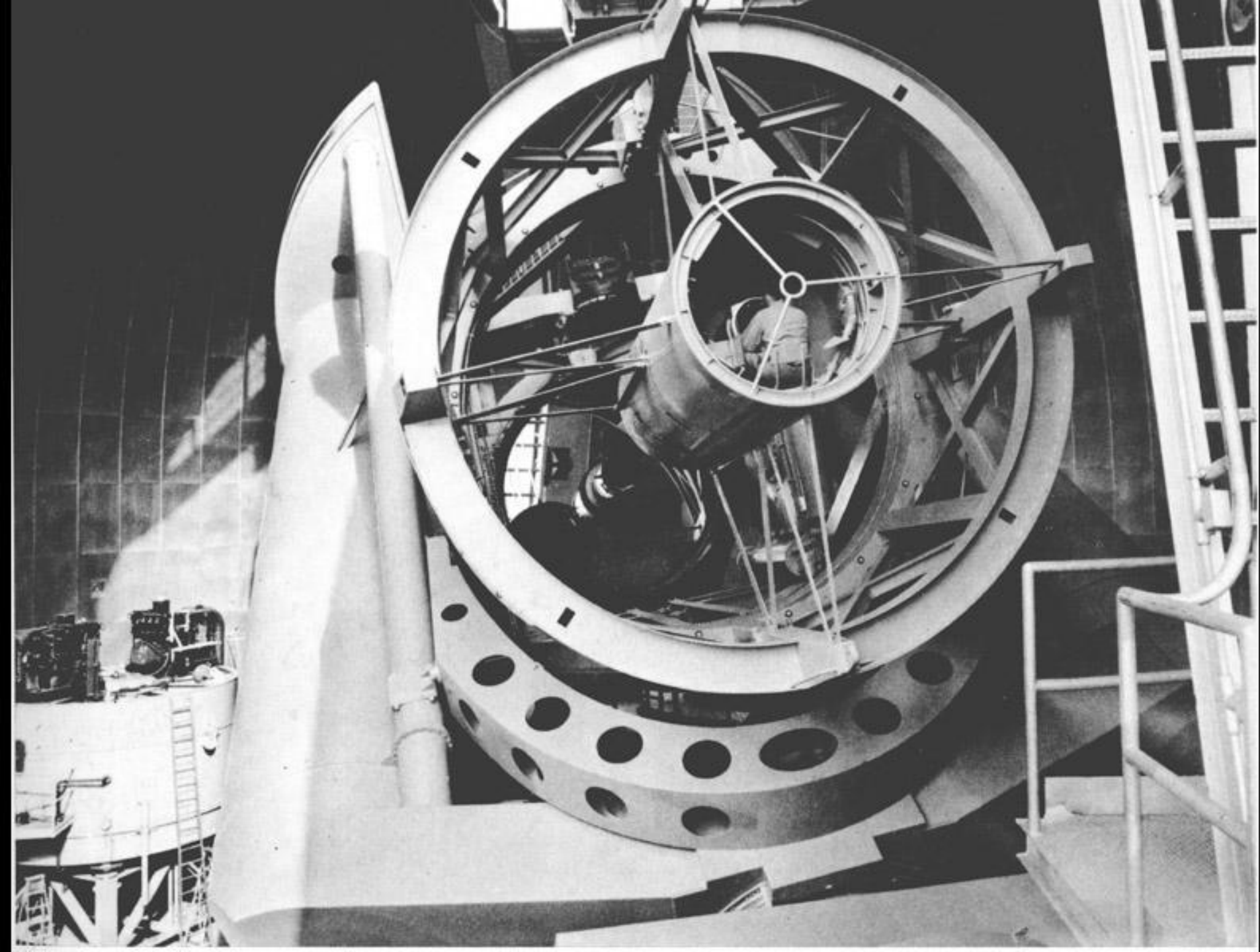


5-м рефлексор Паломарской обсерватории (США)

Обсерватория
Маунт Паломар
Калифорния



Рефлектор
“Хейл”
диаметр 5 м



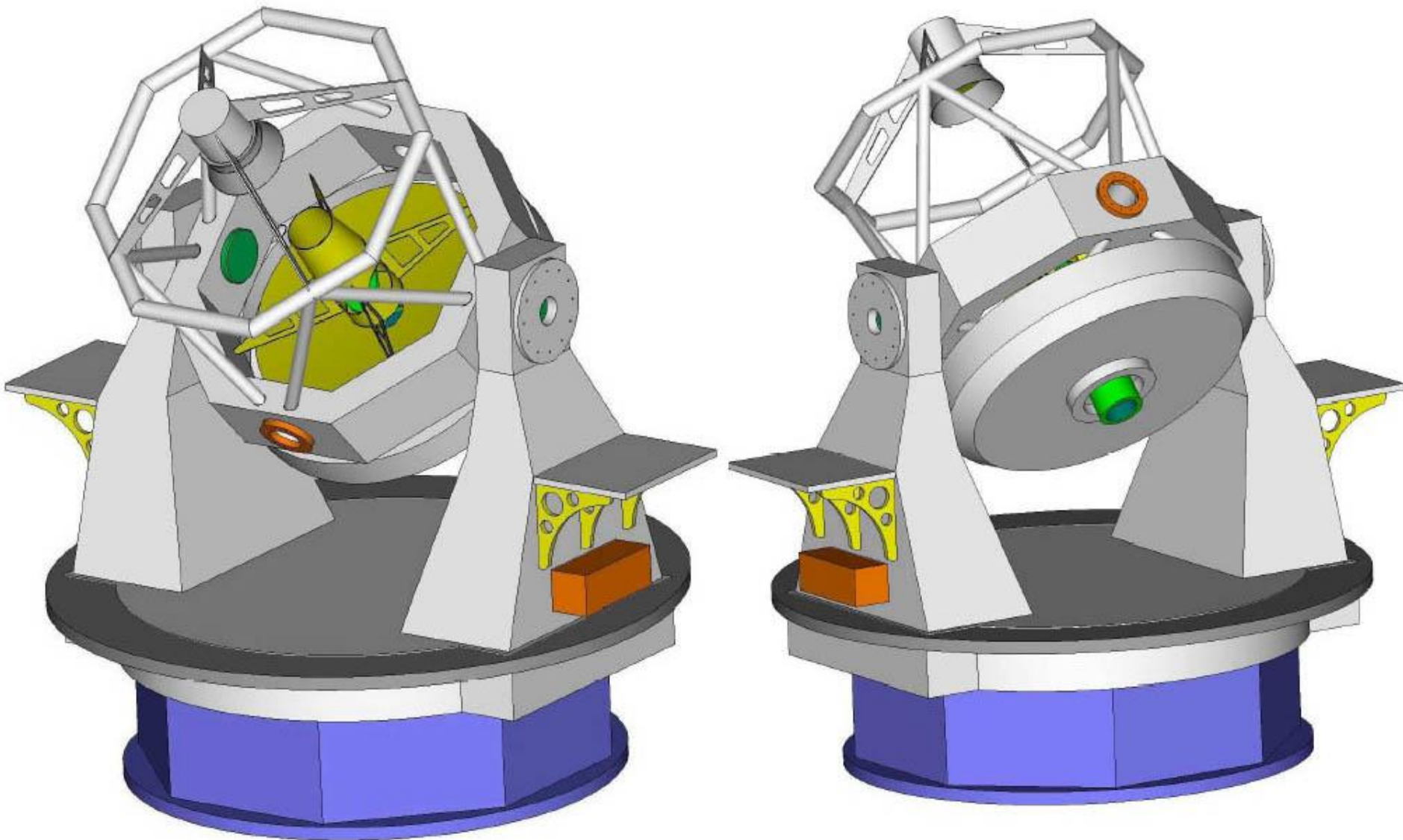


Зеркало
3-метрового
рефлектора
Ликской
обсерватории

*БТА
САО РАН
1976 г.*



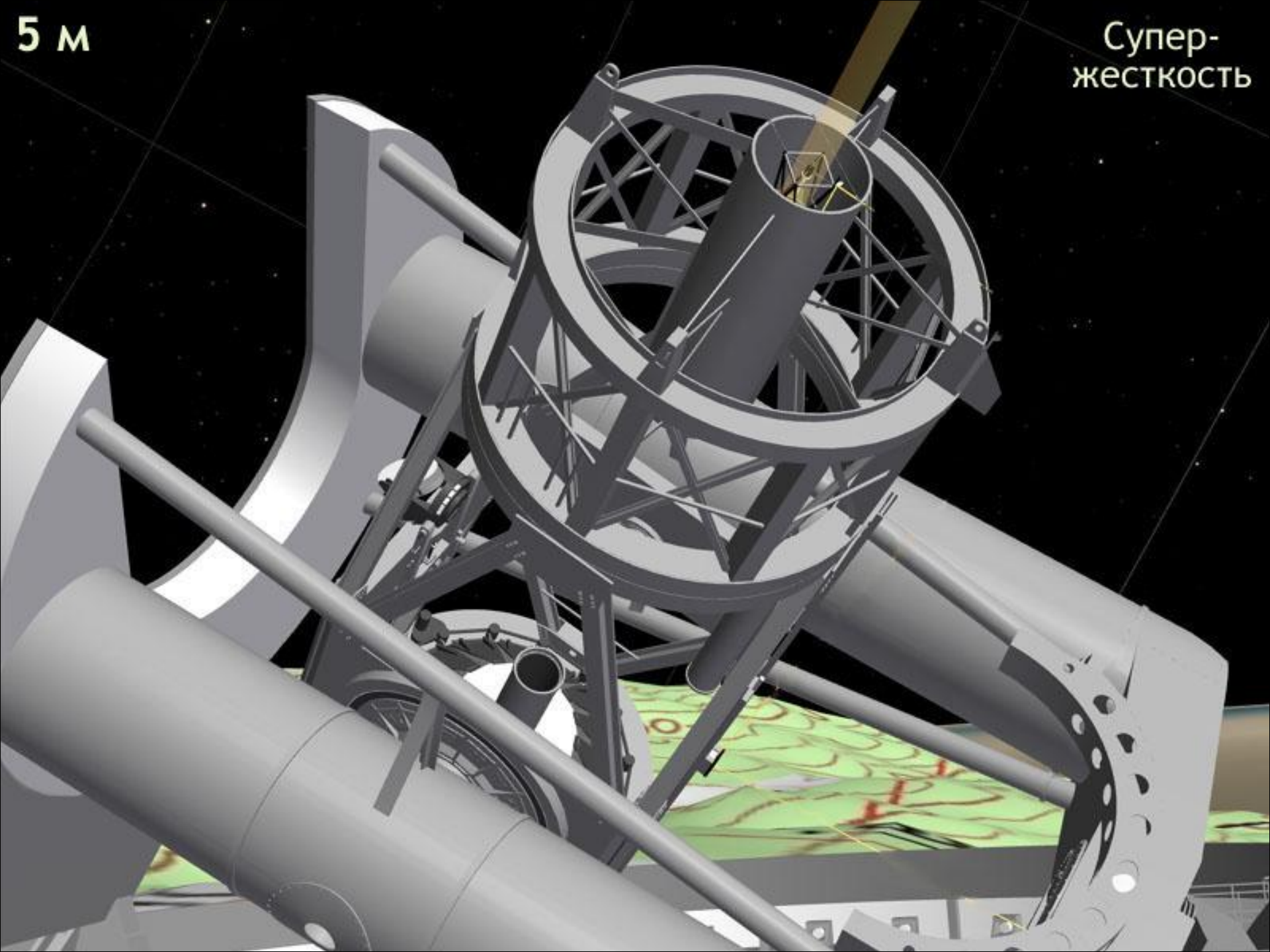
**6 м
1:4**



Новый телескоп ГАИШ МГУ диаметром 2,5 м

5 м

Супер-
жесткость





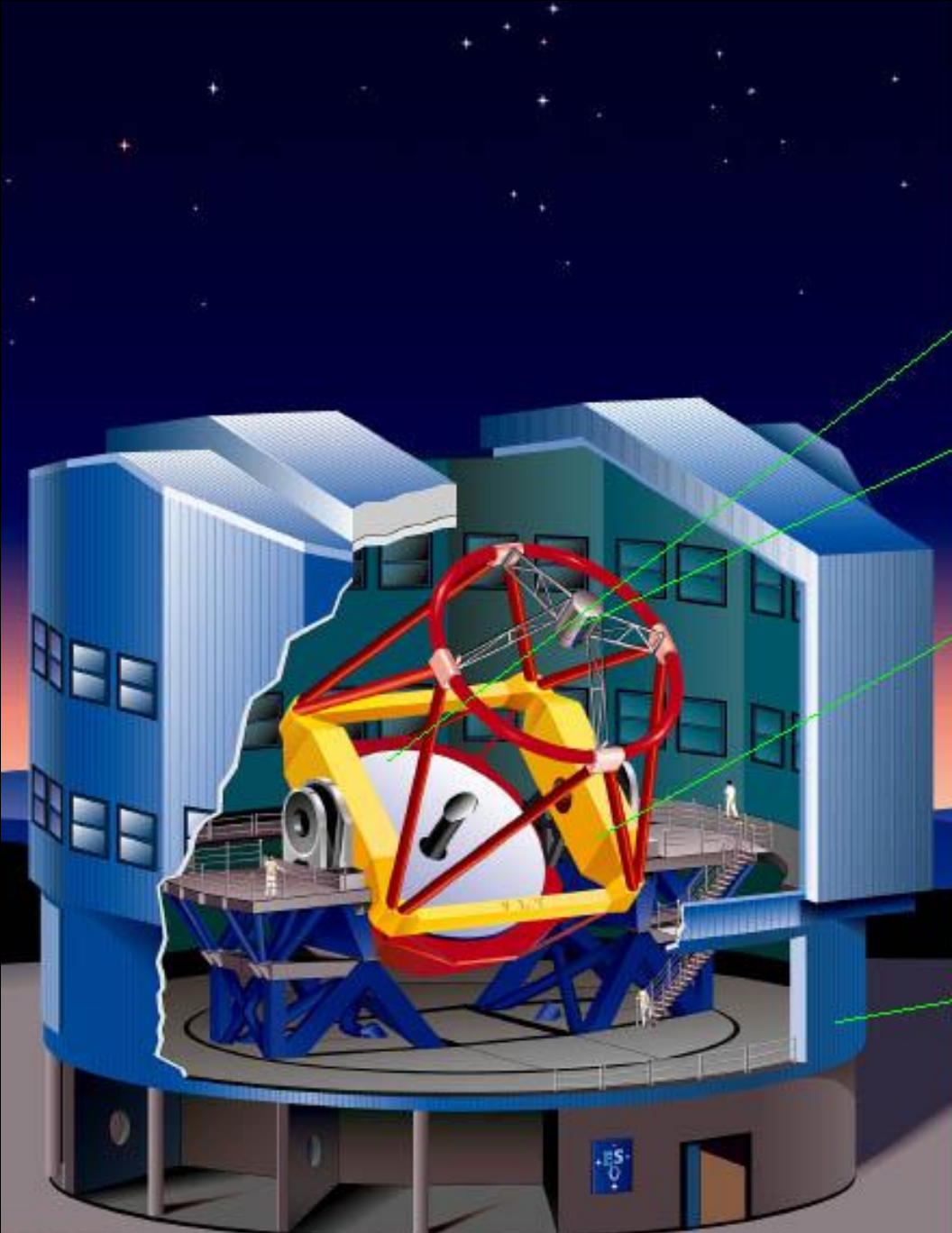
Ощутите разницу между массивностью конструкции 5-метрового телескопа "Хейл" (Маунт-Паломар, 1949) и легкостью 10-метрового "Кек" (Гавайи, 1993)











Оптика

главное зеркало активное
диаметром 8,2-м, $f/1,8$

вторичное зеркало подвижное
диаметром 1,2 м

Механика

высокоточные механизмы,
обеспечивающие
исключительно плавное и
точное ведение телескопа

Башня

защищает от перепадов
температуры, выдерживает
землетрясения силой
7,8 балла по шкале Рихтера
на расстоянии 100 км