

Астрономия

Сурдин В.Г.

Лекция 5

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



**Клавдий
Птолемей
(II век н.э.)**

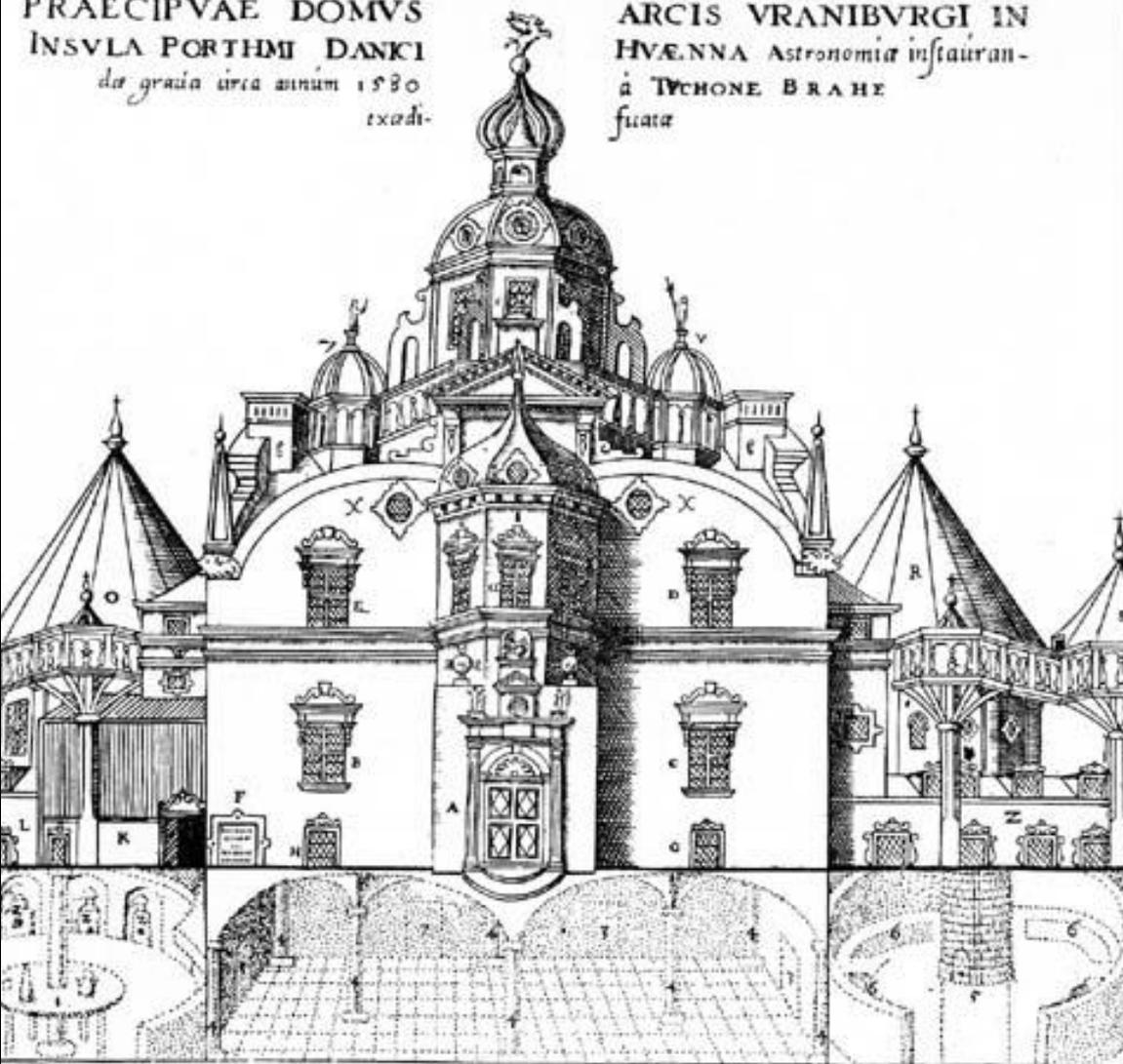
**с
астрономическим
посохом в руке**

Портрет условный

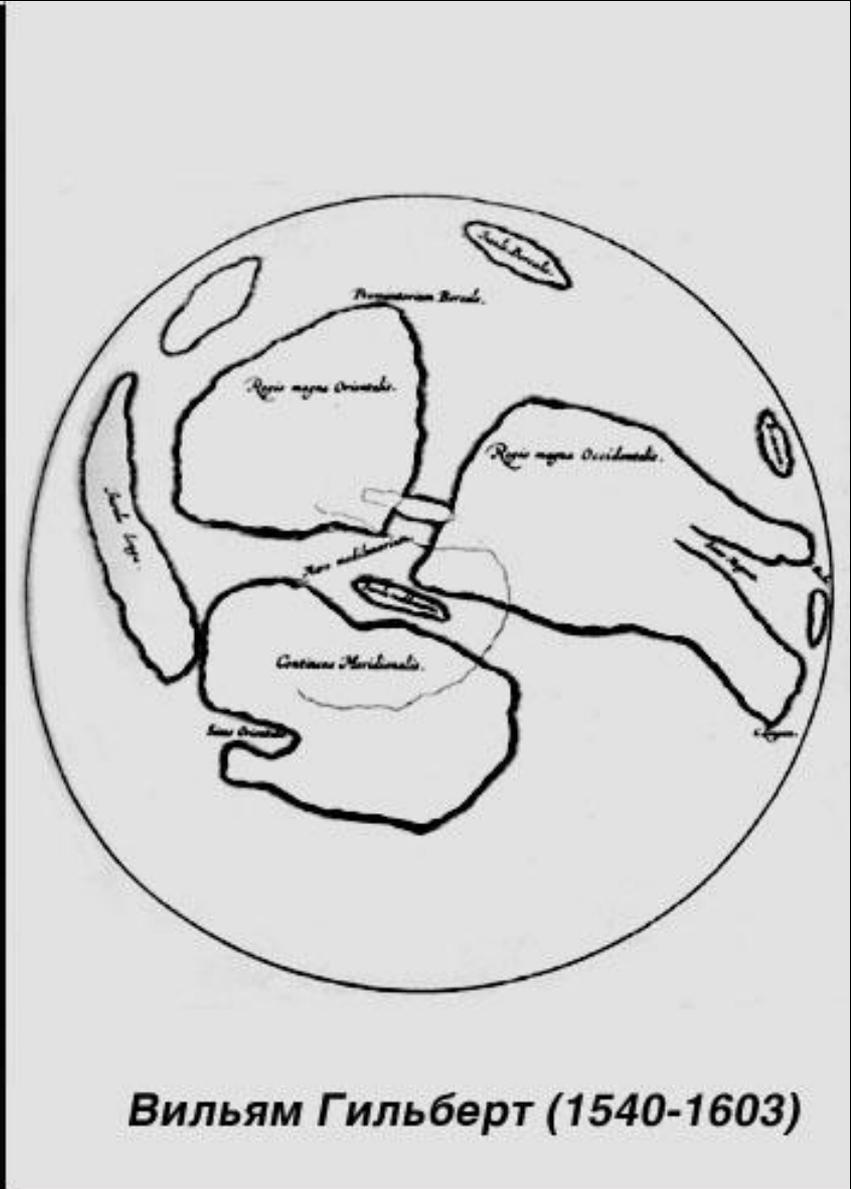
ORTHOGRAPHIA

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,**



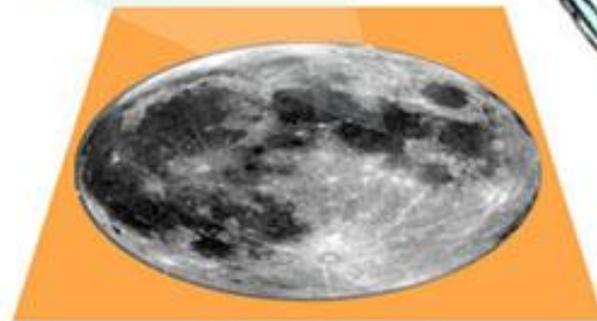
**которую
подносят
к объекту**

**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



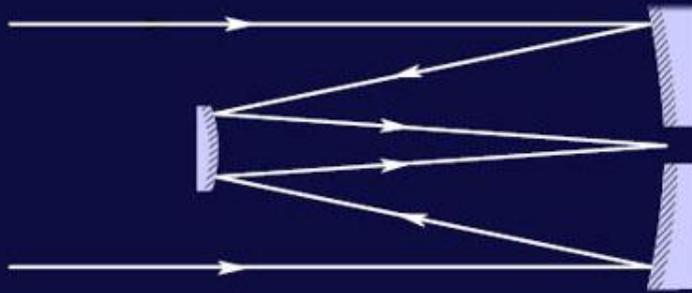
- ▶ Заметить
тусклые объекты



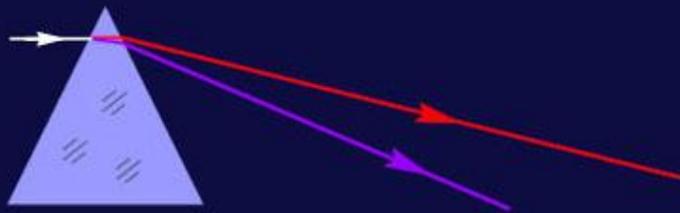
Как можно управлять светом?



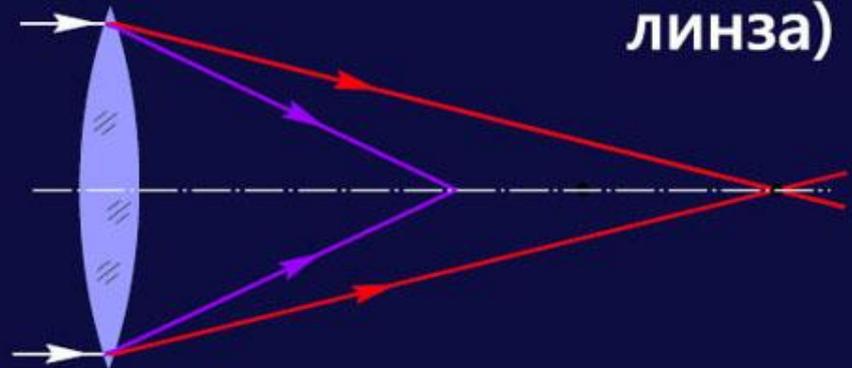
ограничивать (экран)



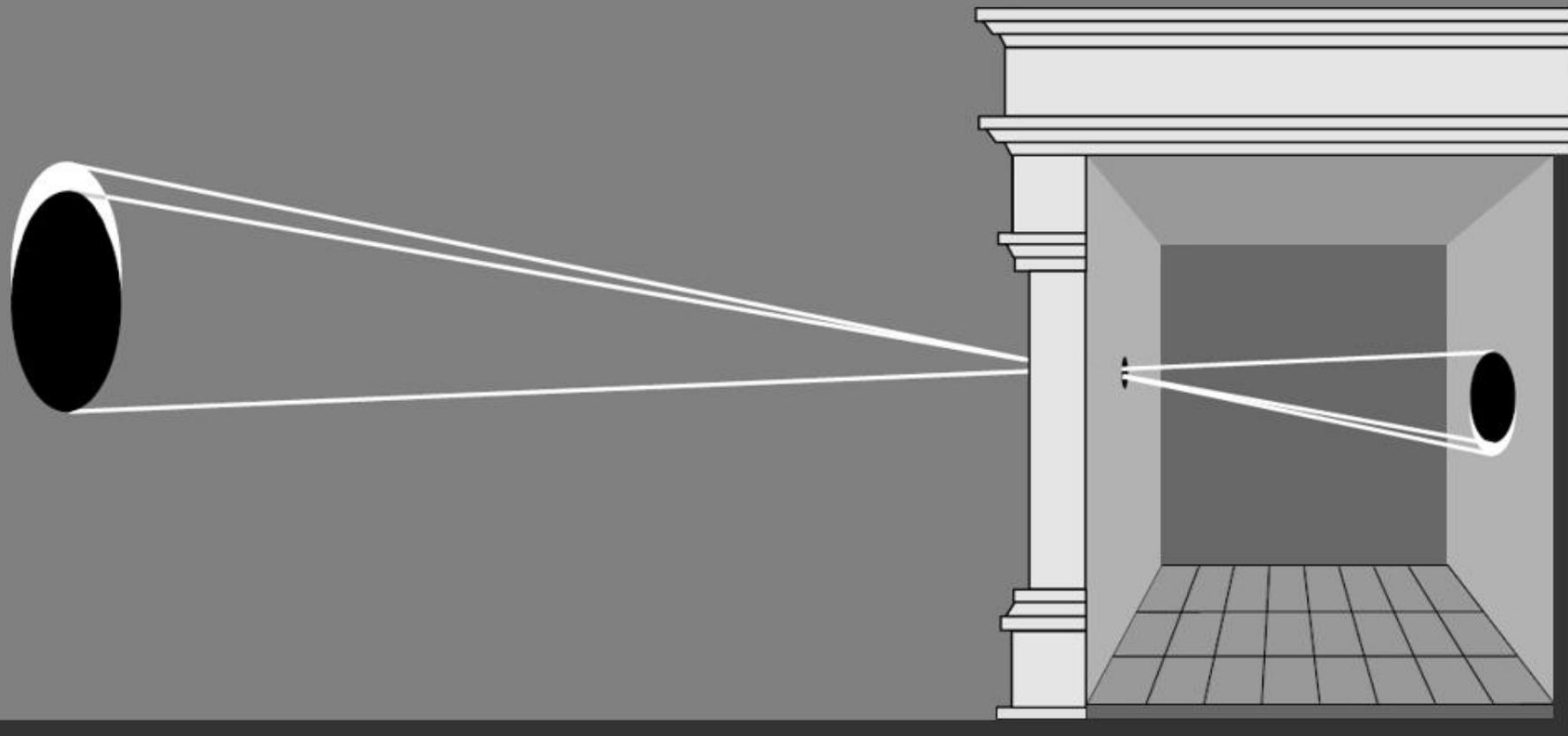
отражать (зеркало)



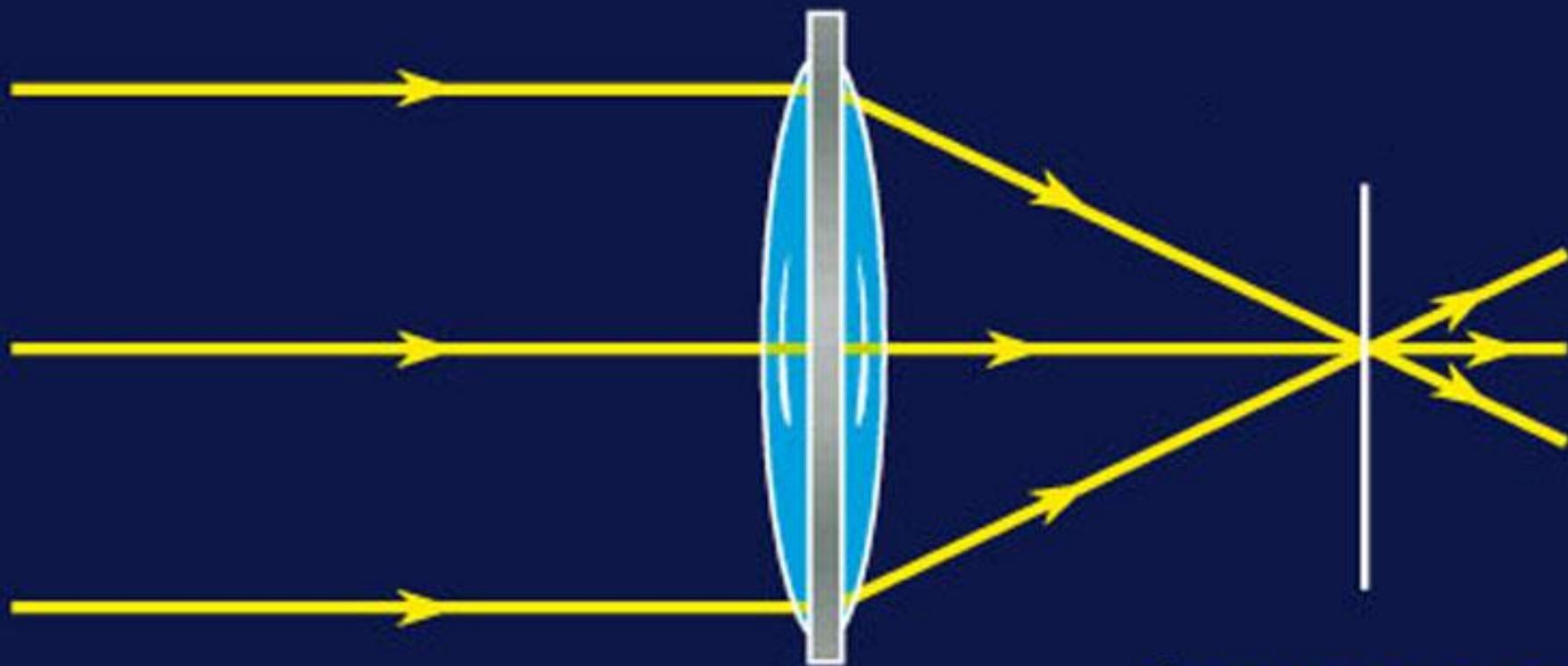
преломлять (призма,
линза)



Камера-обскура (лат. «темная комната»)

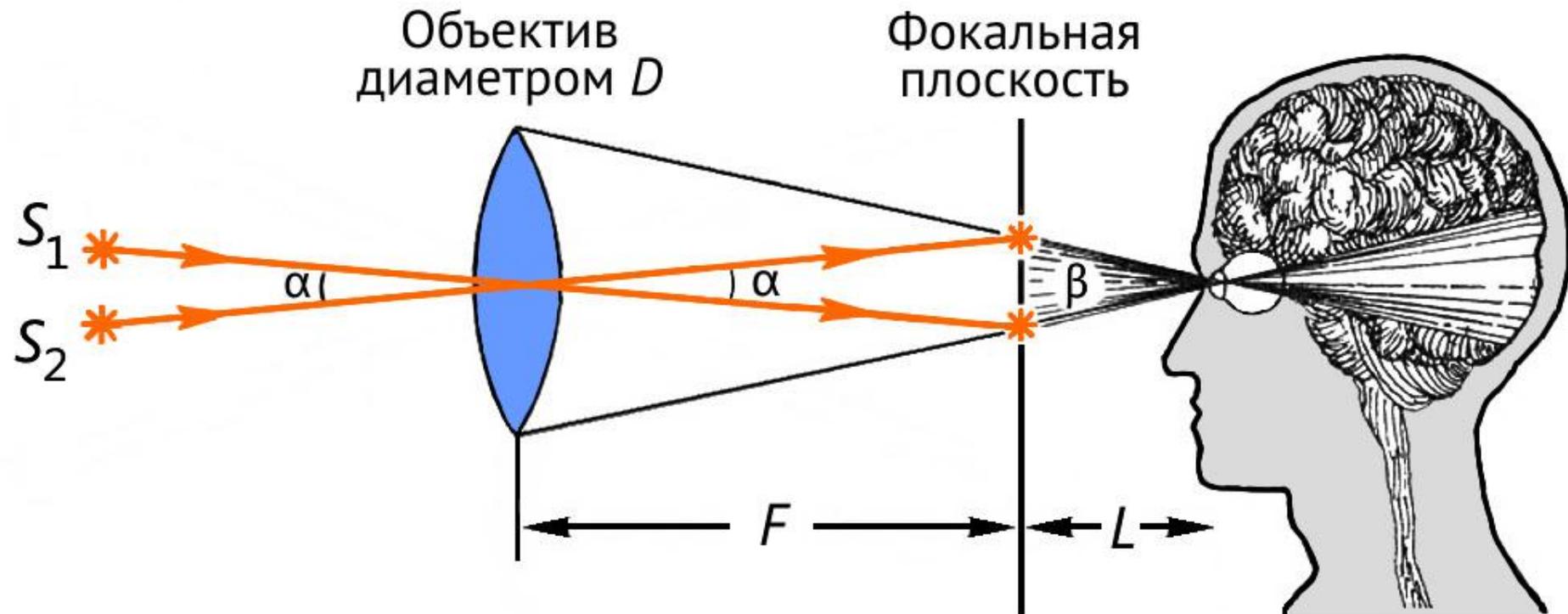


Линза



**Фокальная
плоскость**

Простейший телескоп (пользоваться им неудобно)

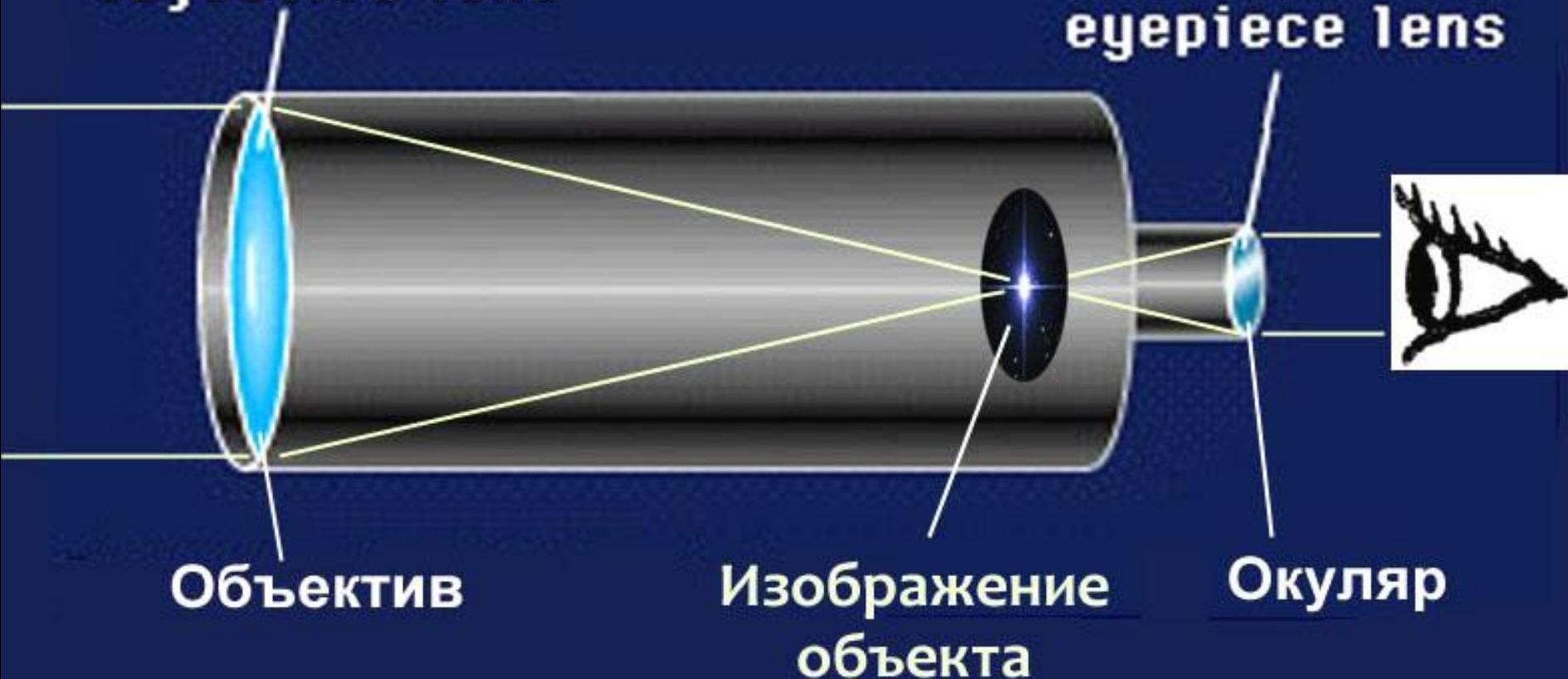


$$\text{Увеличение} = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{F}{L}$$

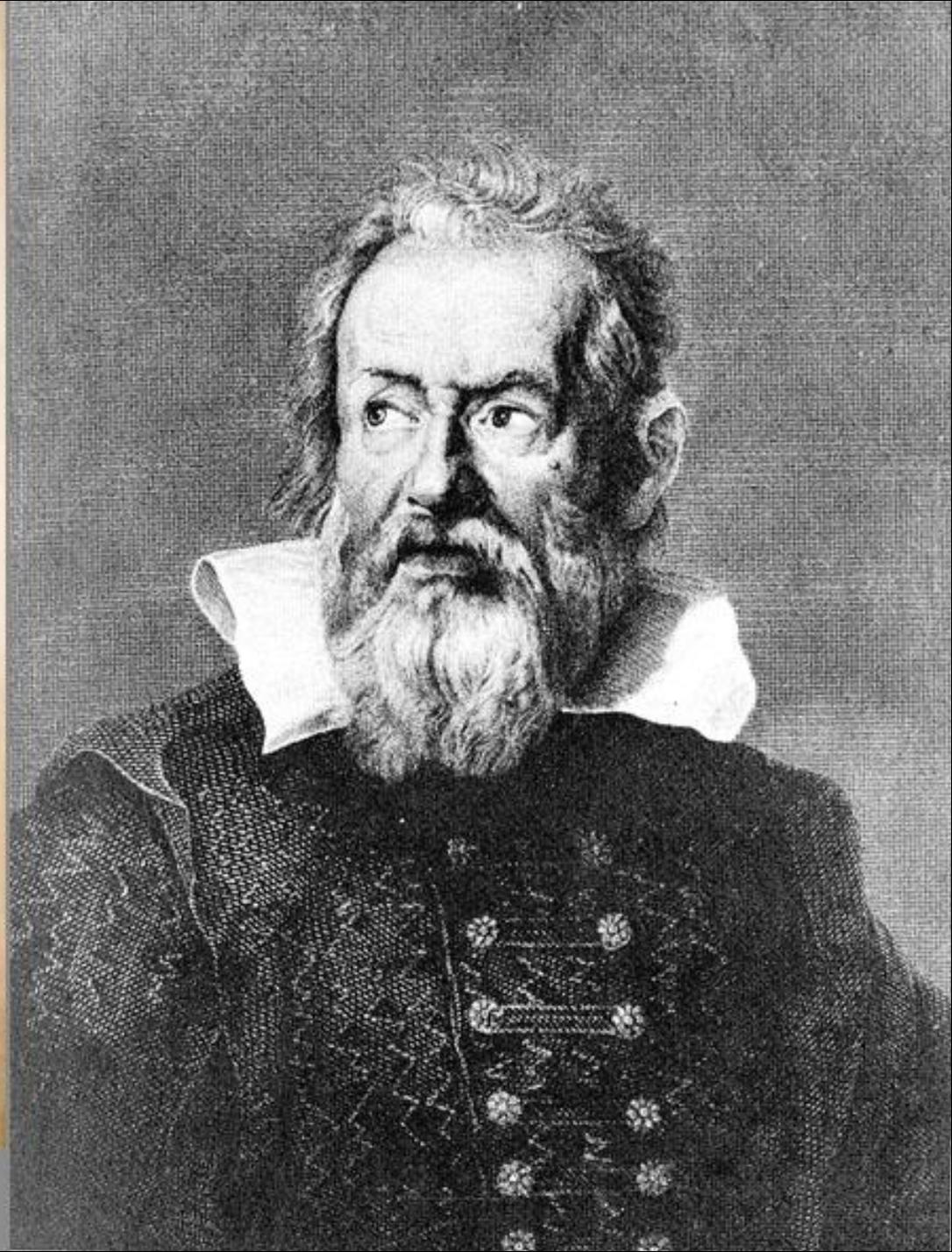
$$\text{Угловой диаметр
поля зрения} = \frac{DL}{(F+L)F}$$

objective lens

eyepiece lens



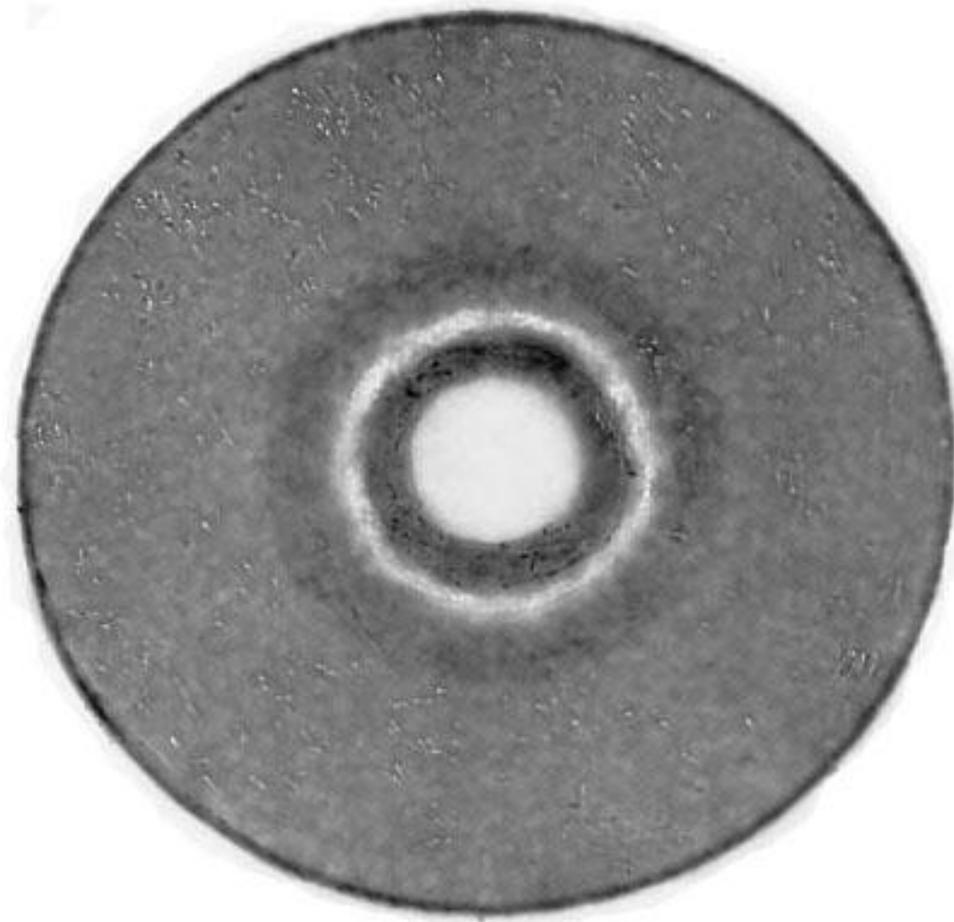
Принцип телескопа:
*объектив создает изображение объекта,
а глаз рассматривает его в лупу*



Галилео, 1609



Дифракция



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

АБЕРРАЦИЯ ОПТИЧЕСКАЯ – искажение изображения, построенного объективом оптического прибора.

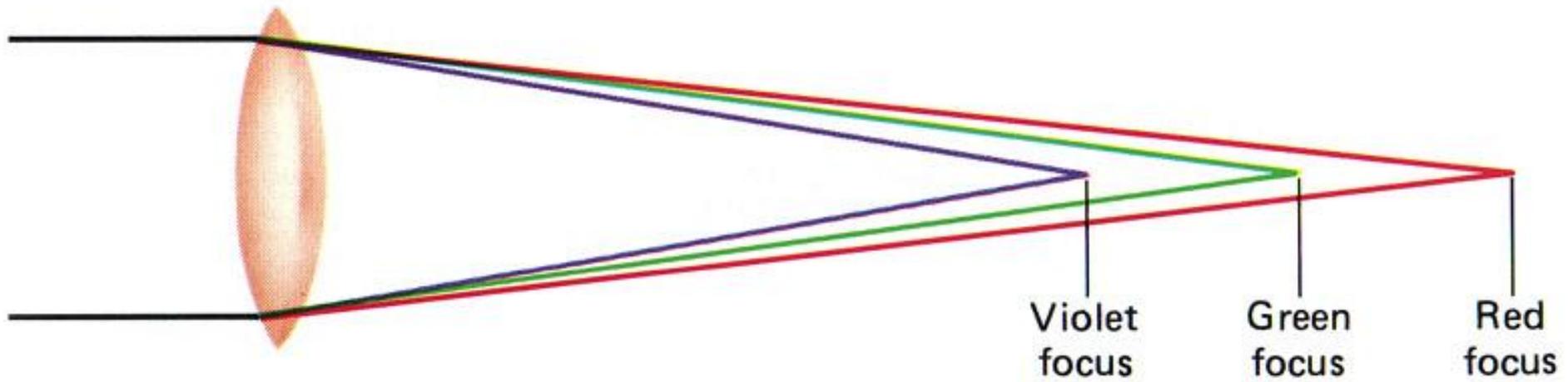
Виды аберрации в зависимости от причины и характера искажений:

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

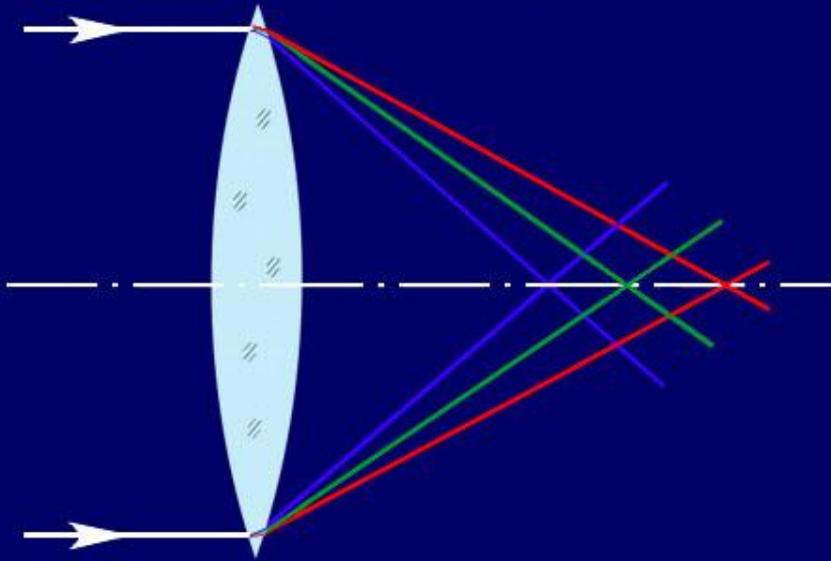
НЕ ПУТАТЬ!

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

Хроматическая аберрация простой линзы

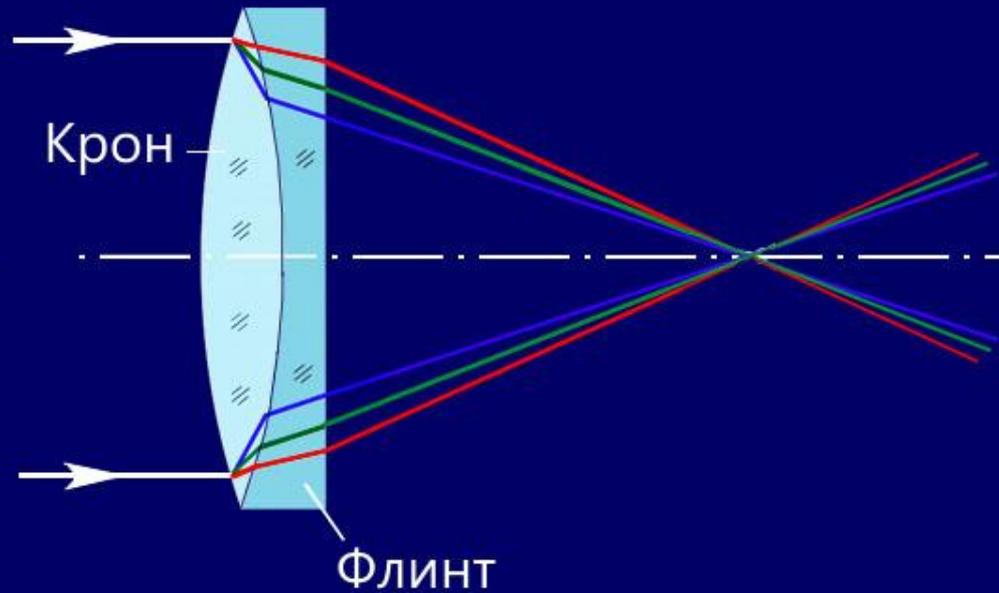


Одиночная линза

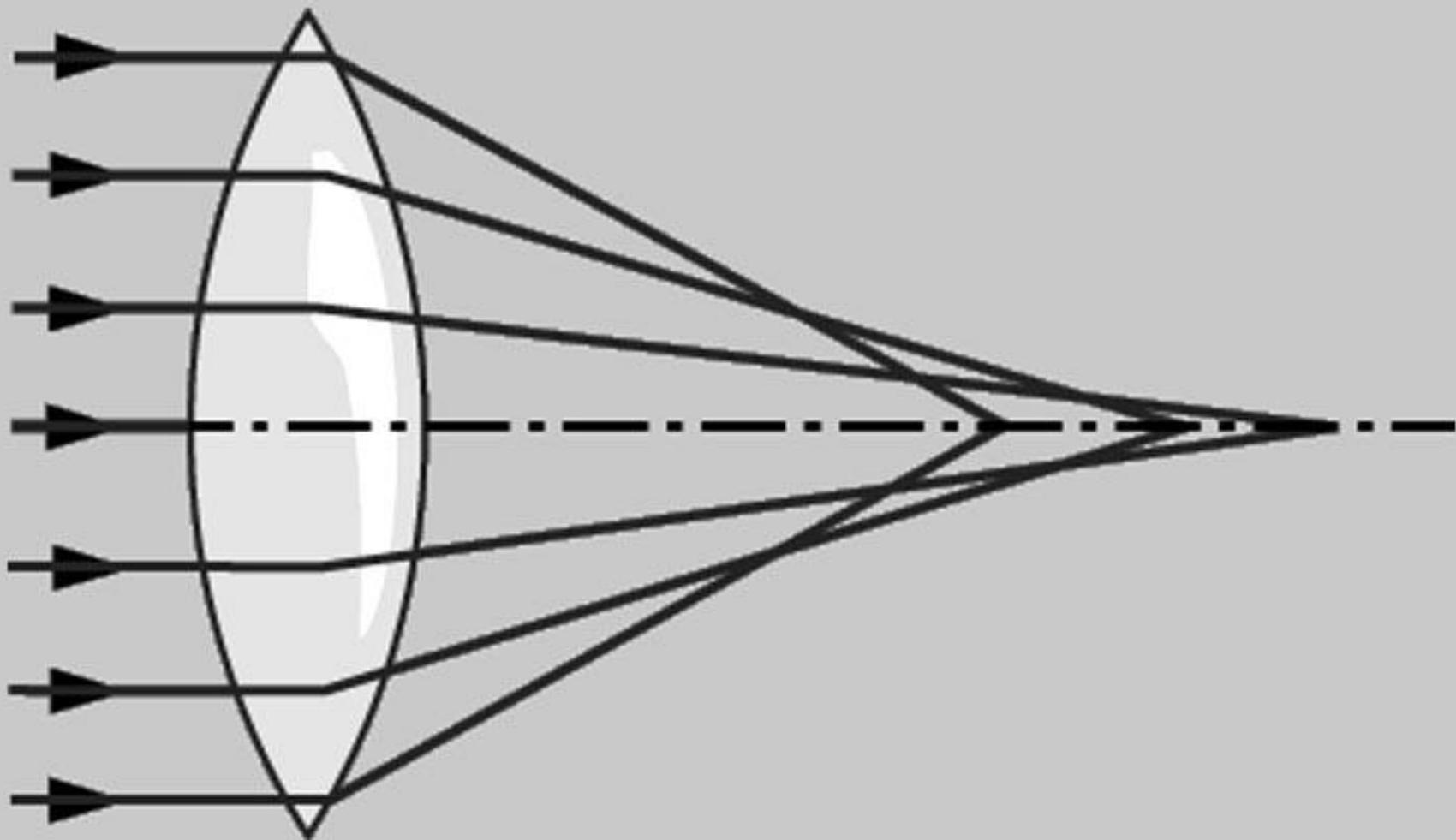


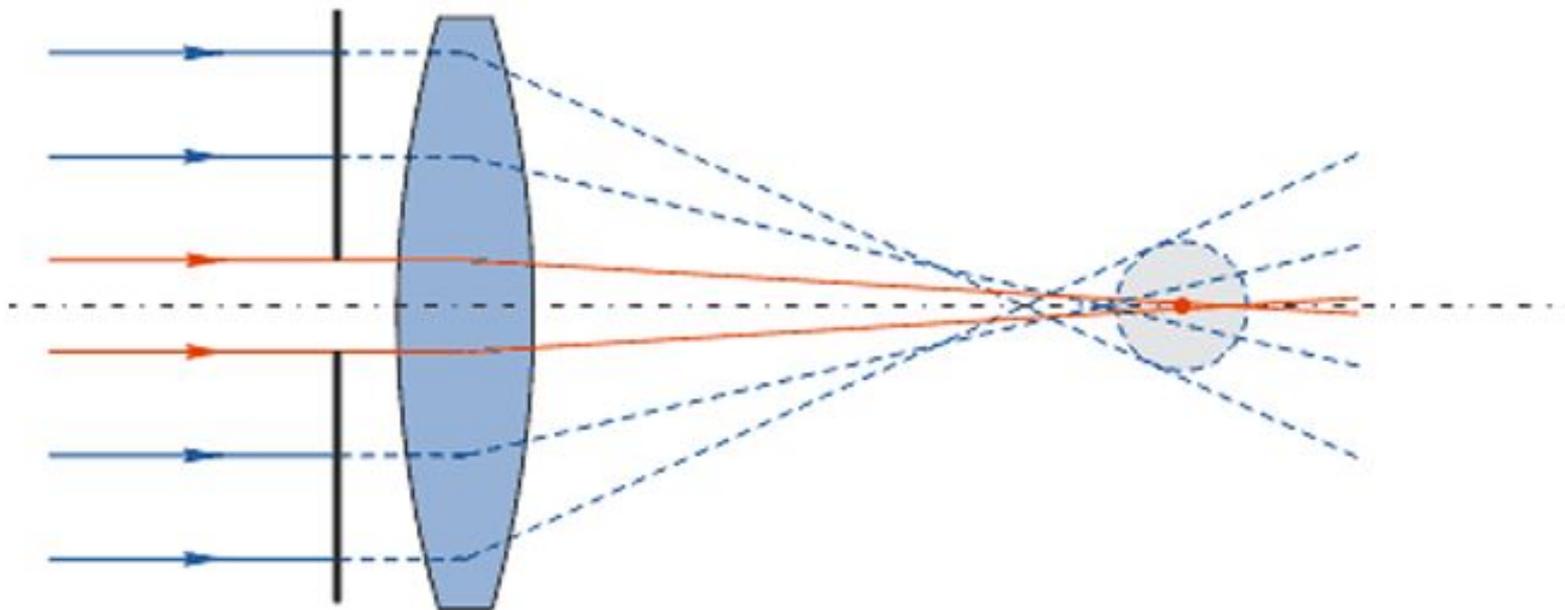
Хроматическая aberrация

Ахроматический дублет

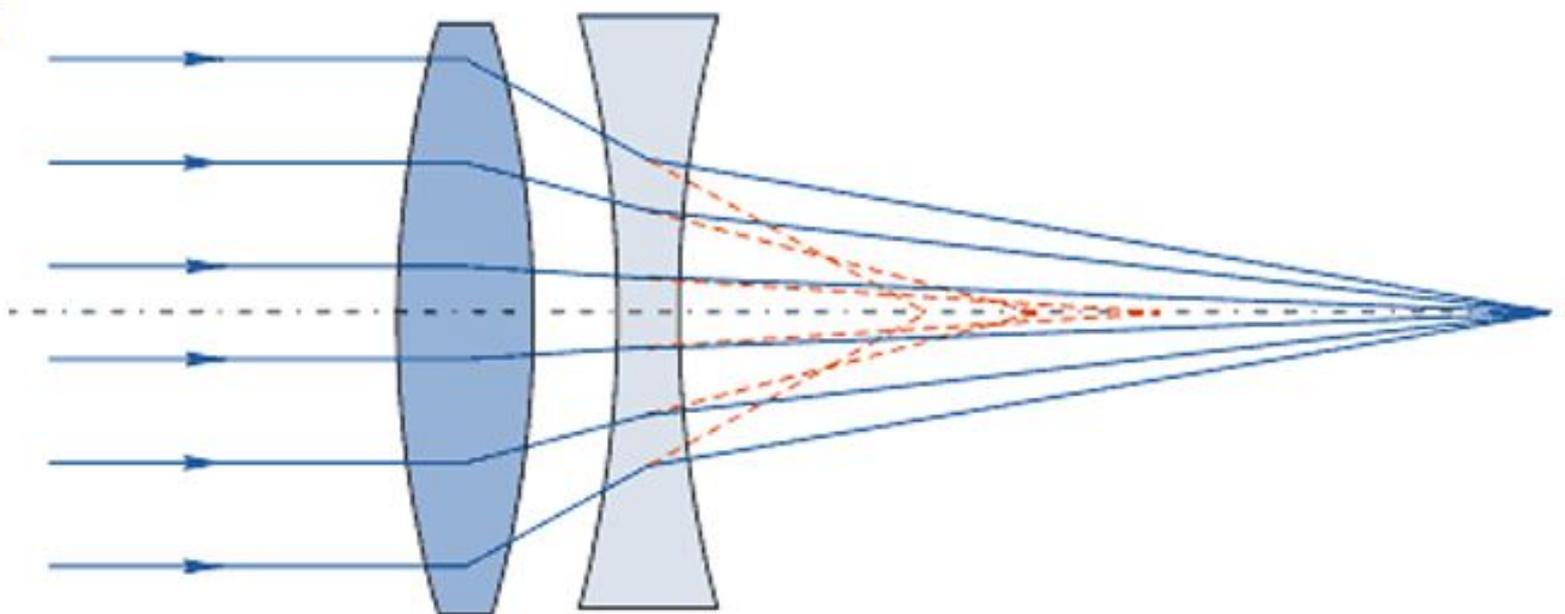


Сферическая абберрация





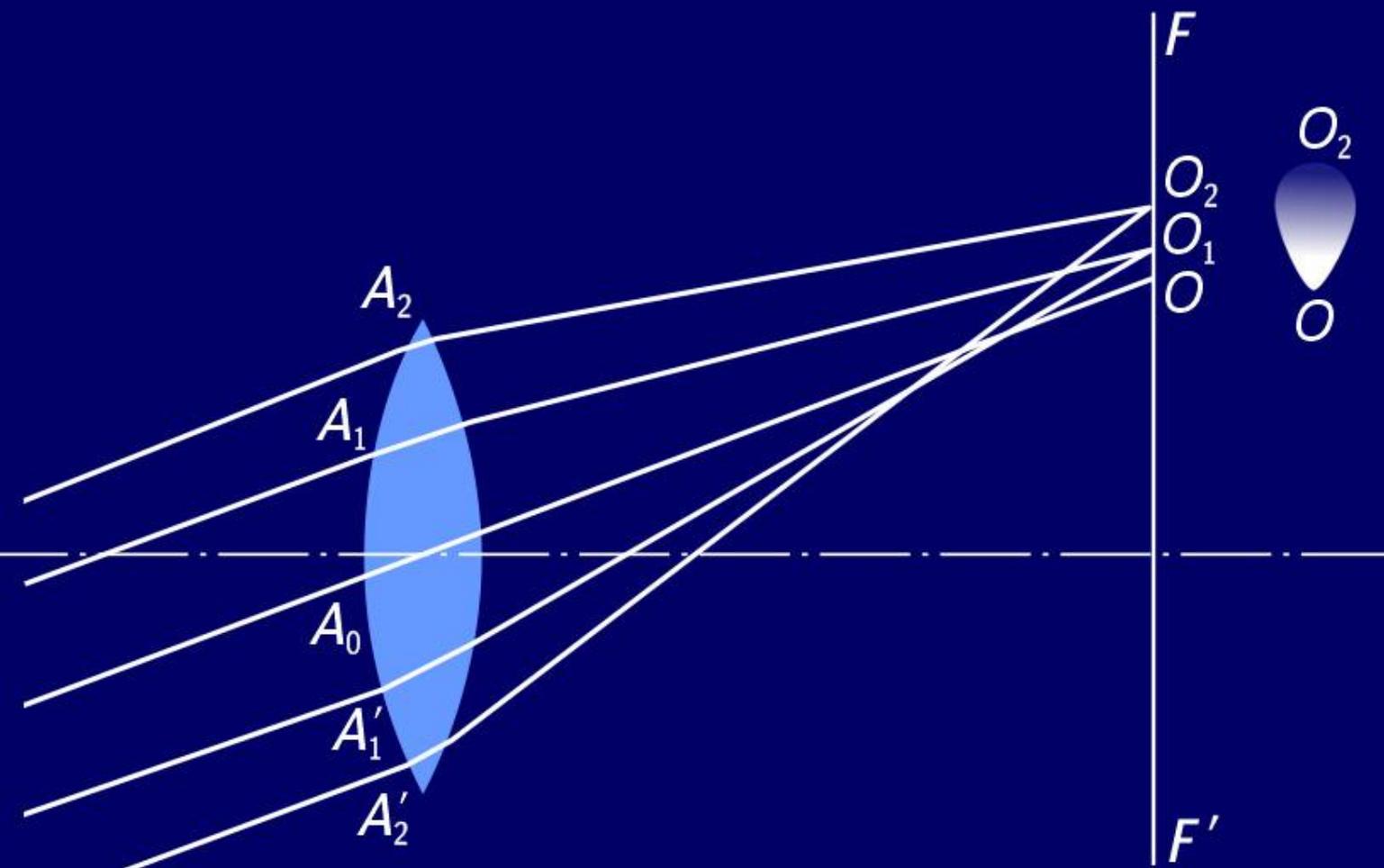
Борьба со сферической абберацией

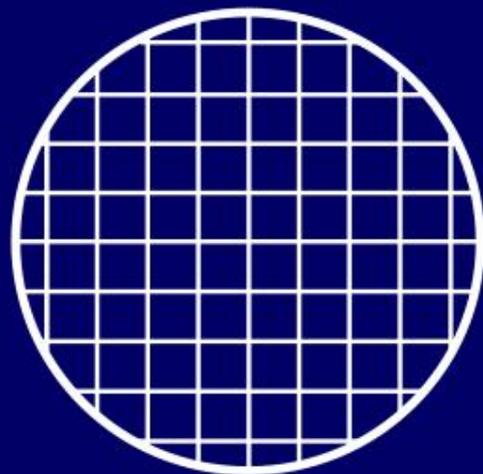


Кома

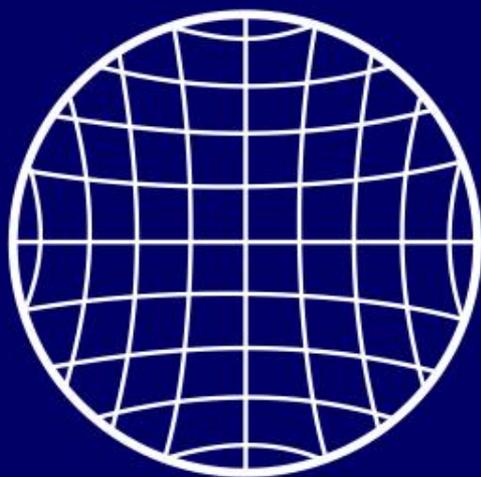
(внеосевая аберрация)

Изображение звезды
испорченное комой





**Неискаженное
изображение**

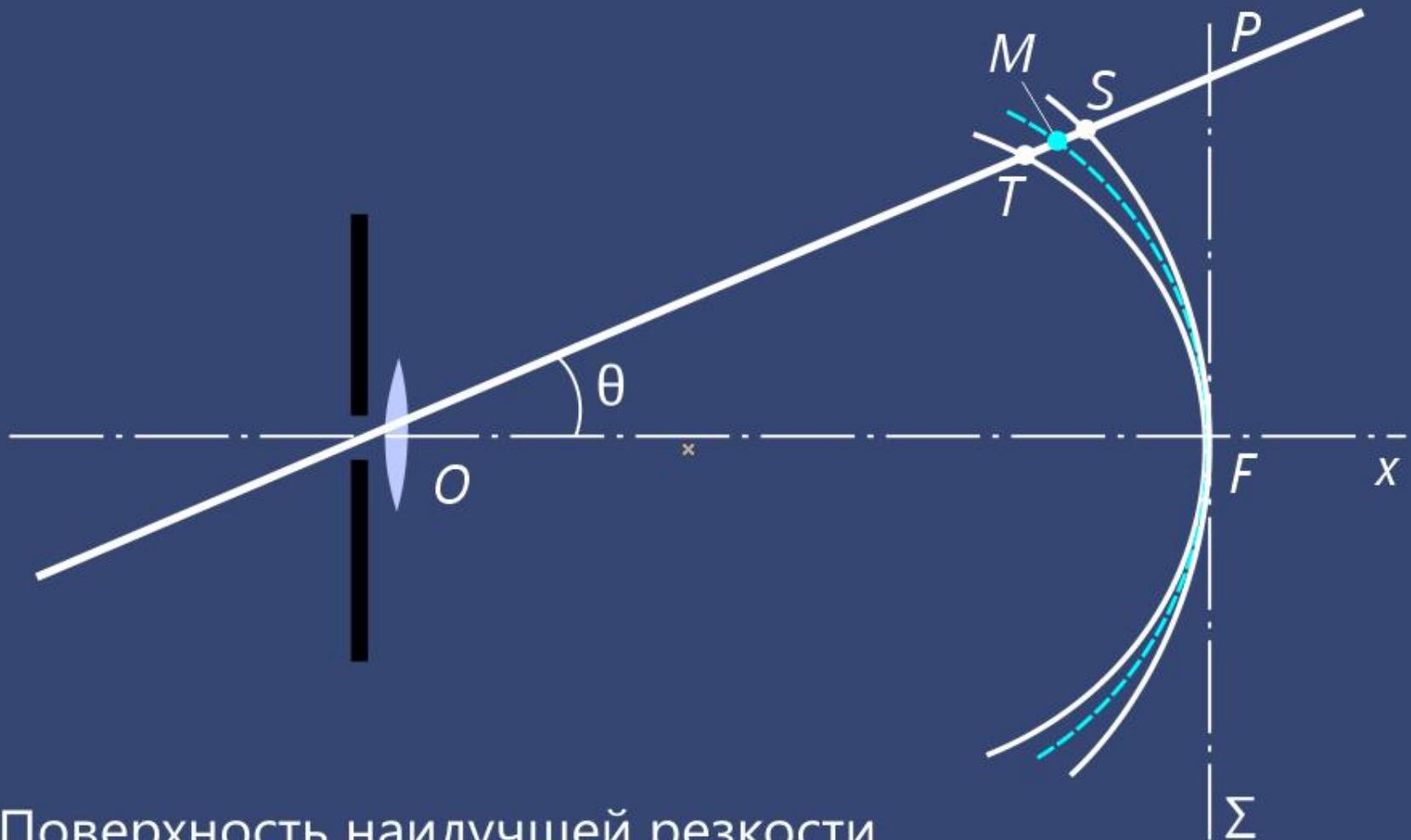


**Подушкообразная
дисторсия**



**Бочкообразная
дисторсия**

Кривизна поля



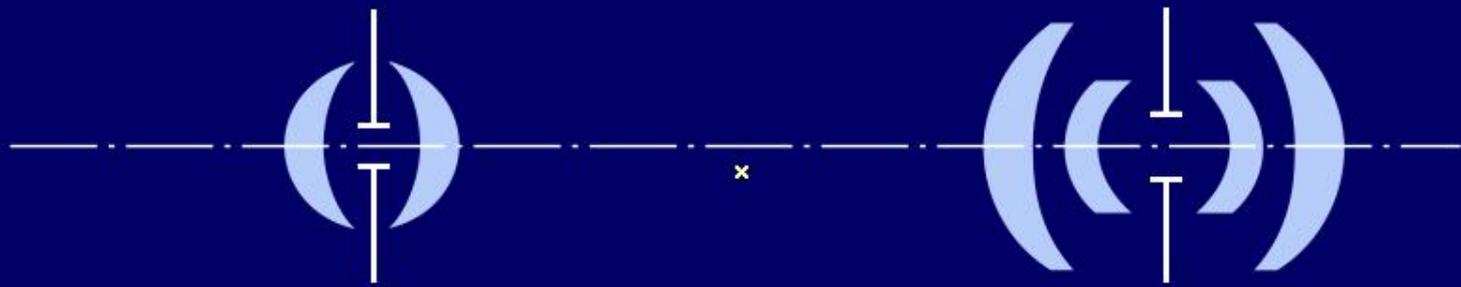
Поверхность наилучшей резкости
при наличии аберраций
близка к **сфере**

Фотообъективы



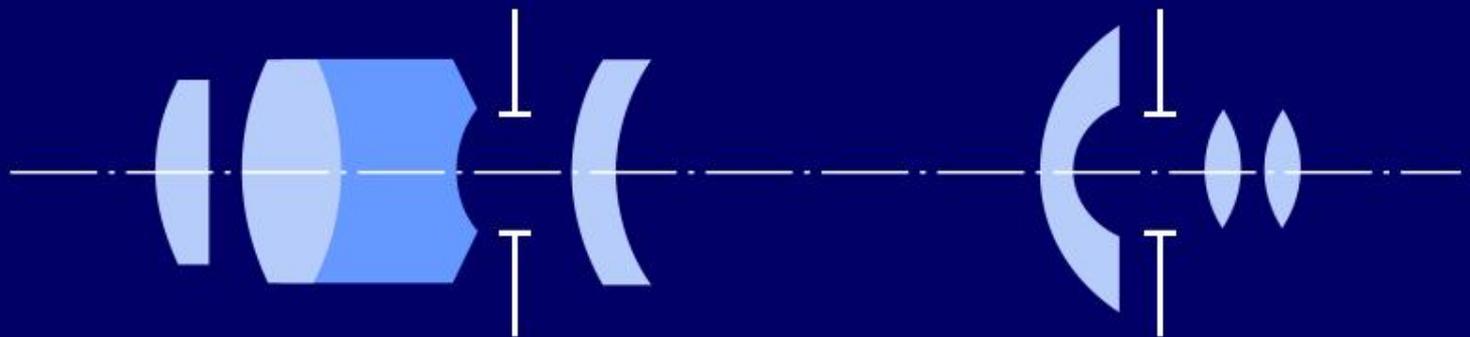
Триплет

Индустар



Гипергон

Орион



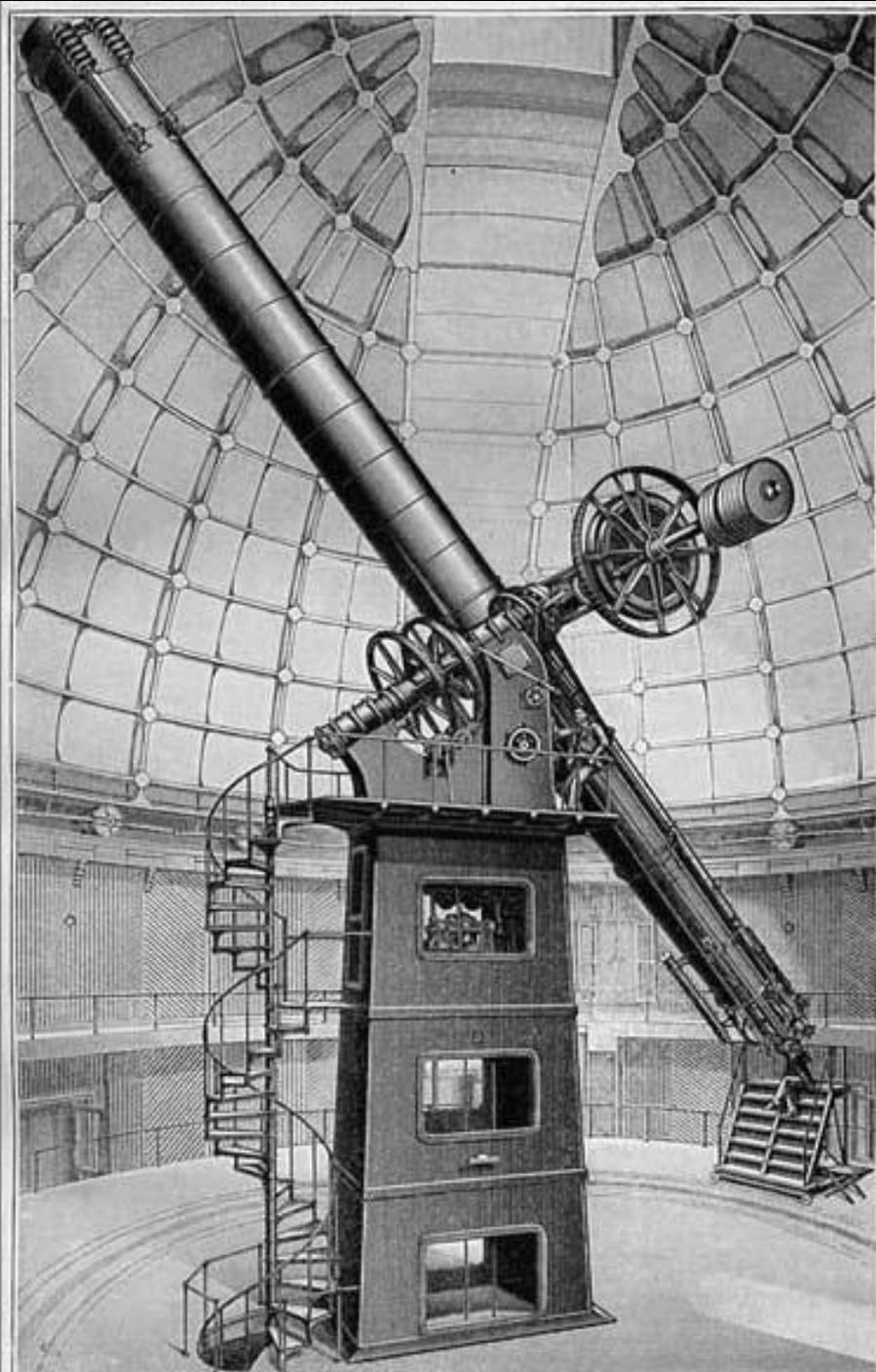
Юпитер

Широкоугольный
объектив Гилля

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



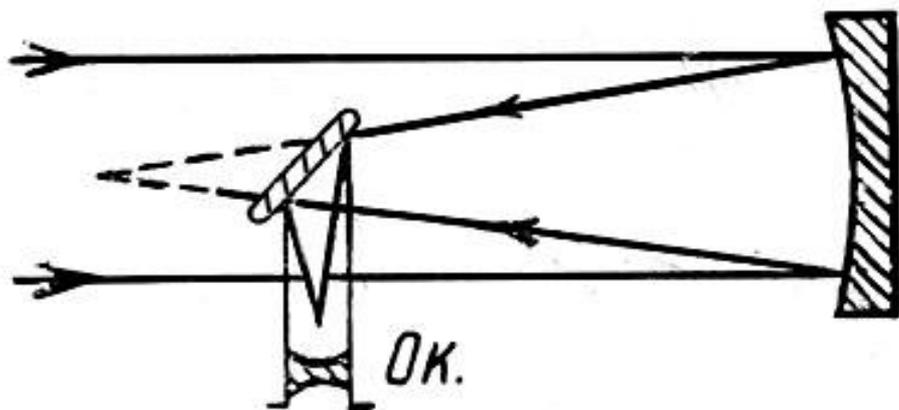
Mary Lea Shane Archives



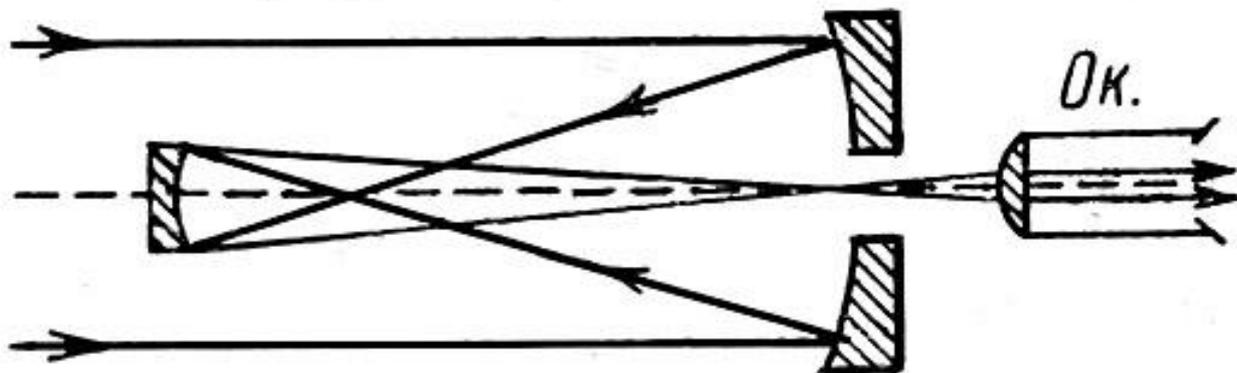


Исаак Ньютон
в 1668 г.
построил
первый
действующий
телескоп-
рефлектор

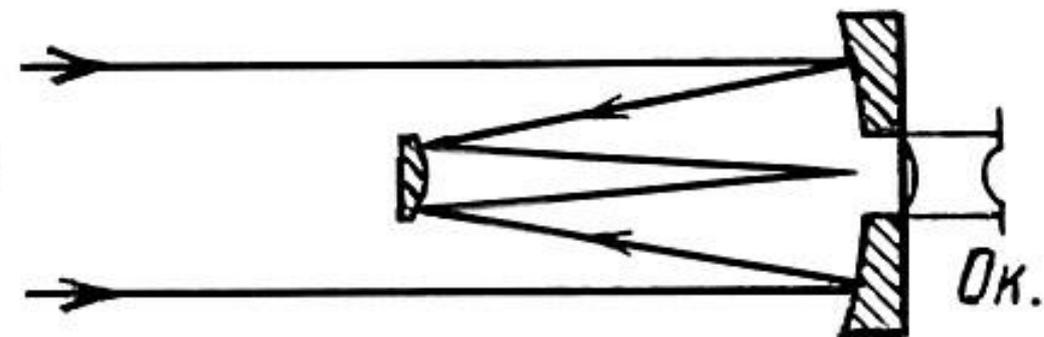
НЬЮТОН



Грегори



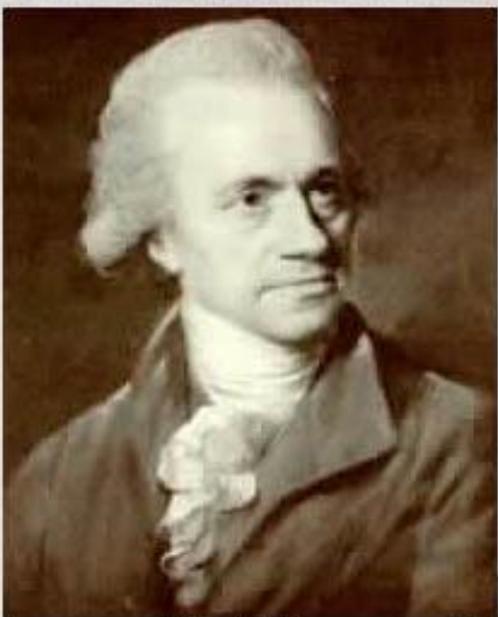
Кассегрен



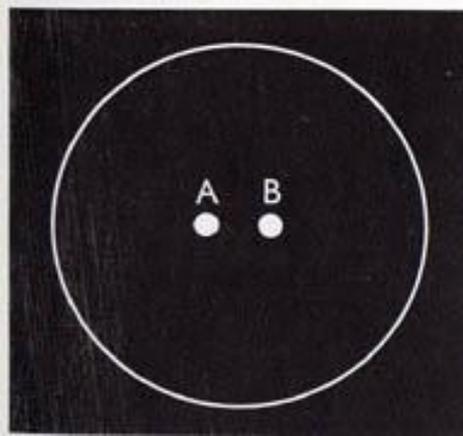
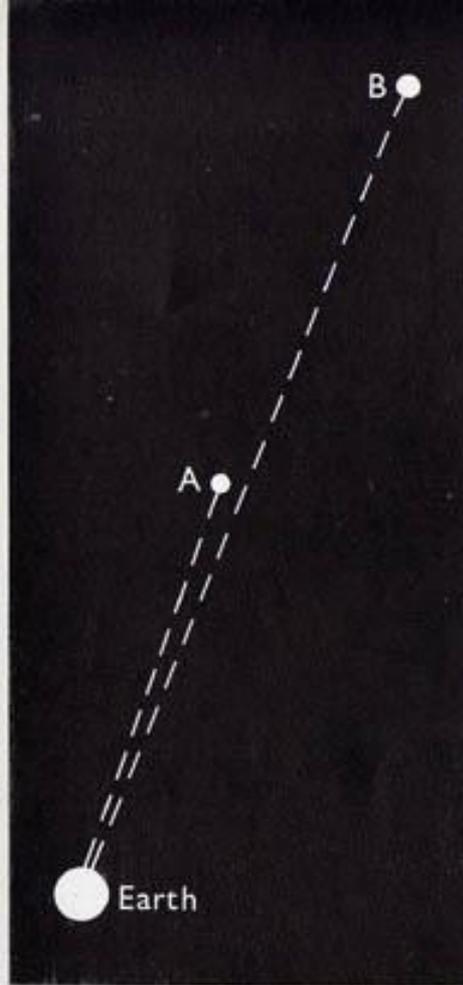


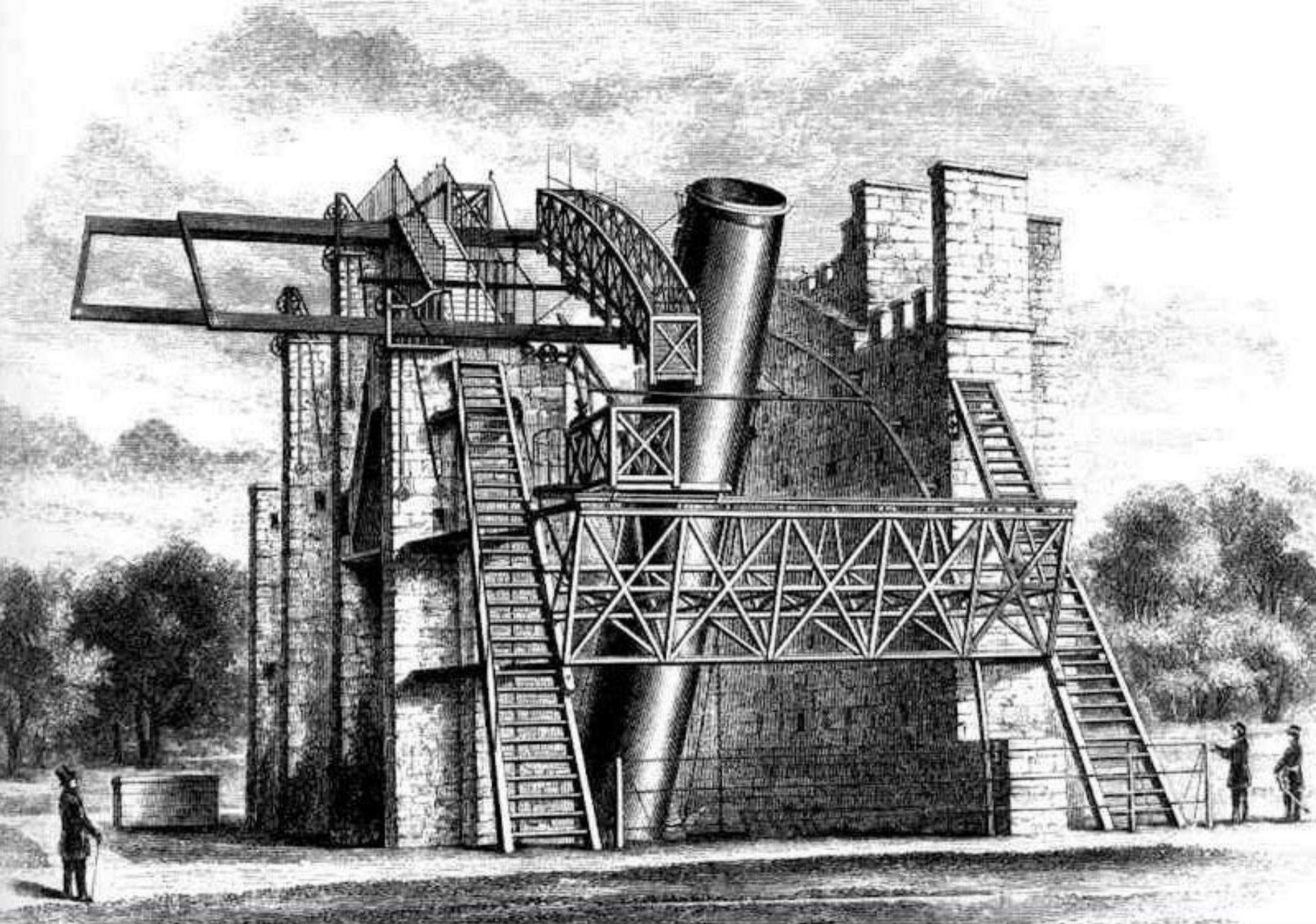
Вильям Гершель,
макет его телескопа
и схема попытки
измерить параллаксы
звезд.





Вильям Гершель
и его
самодельные
рефлекторы





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

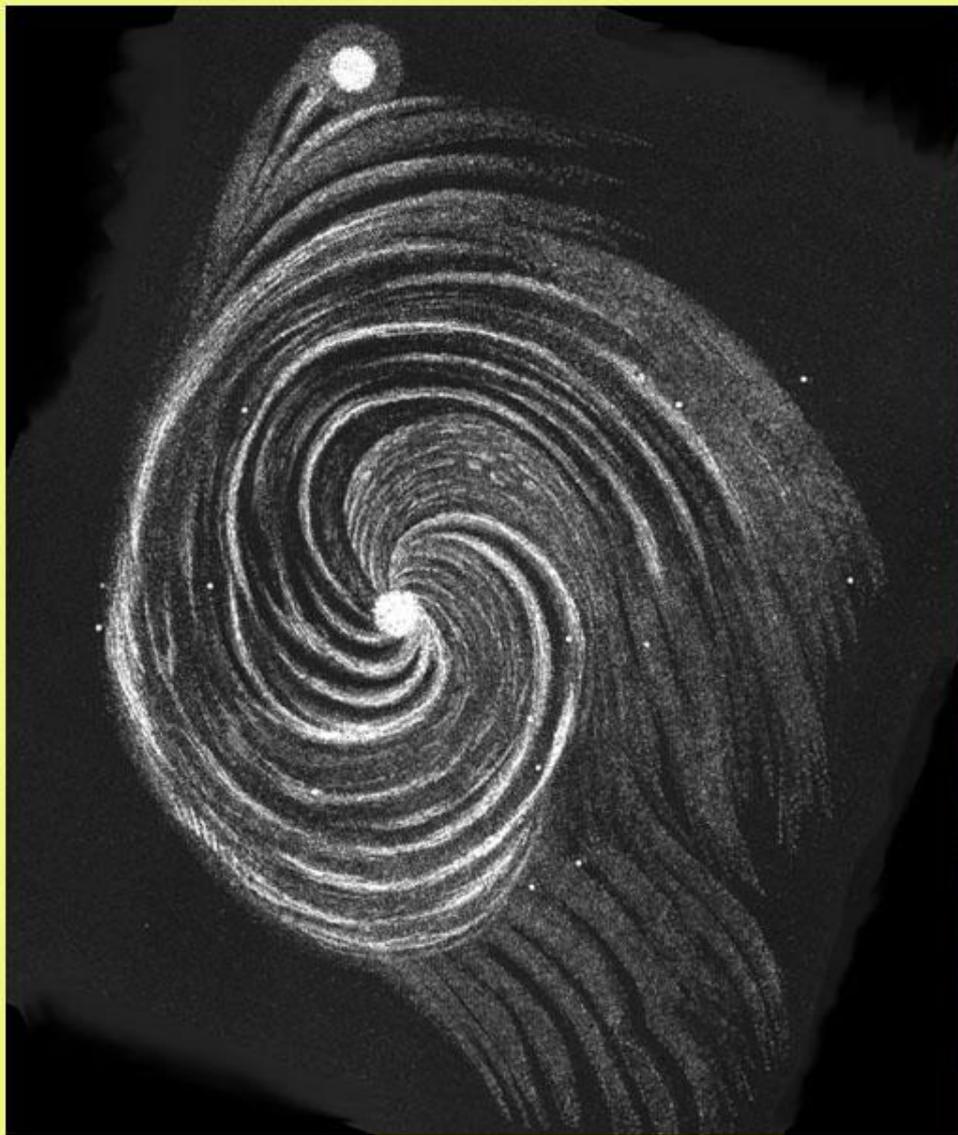


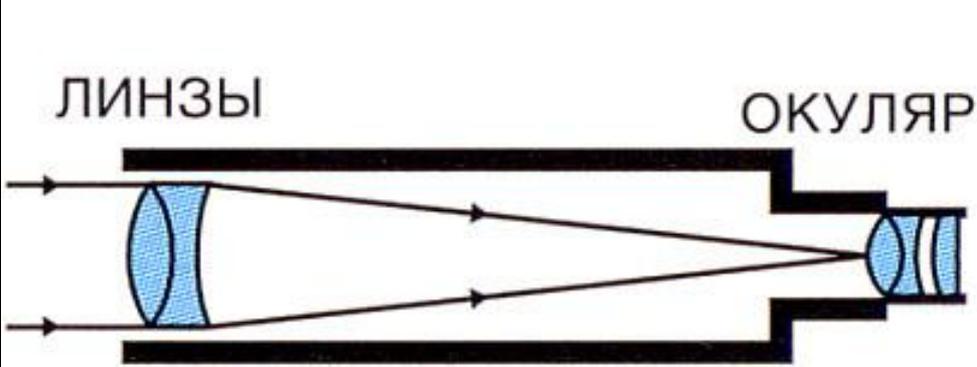
Рисунок лорда Росса
XIX век



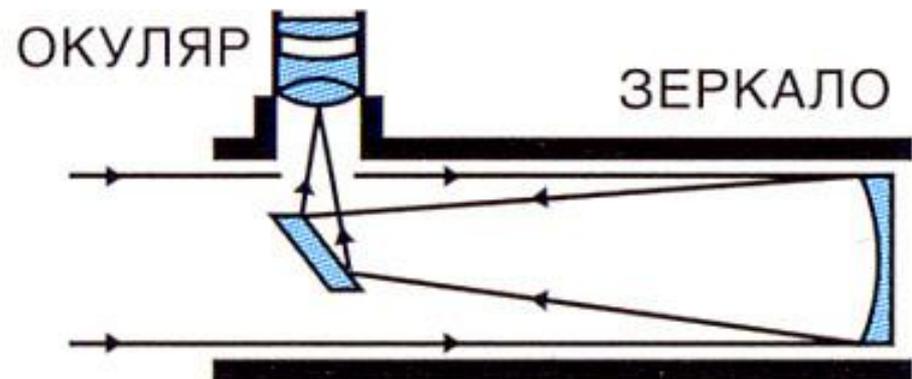
M 51

Фотография с Земли
XXI век

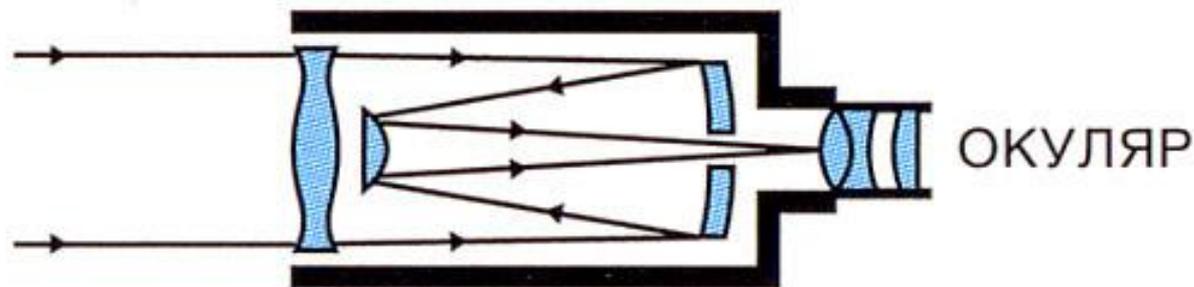
Типы телескопов



Рефрактор



Рефлектор



Катадиоптрический
(зеркально-линзовый)



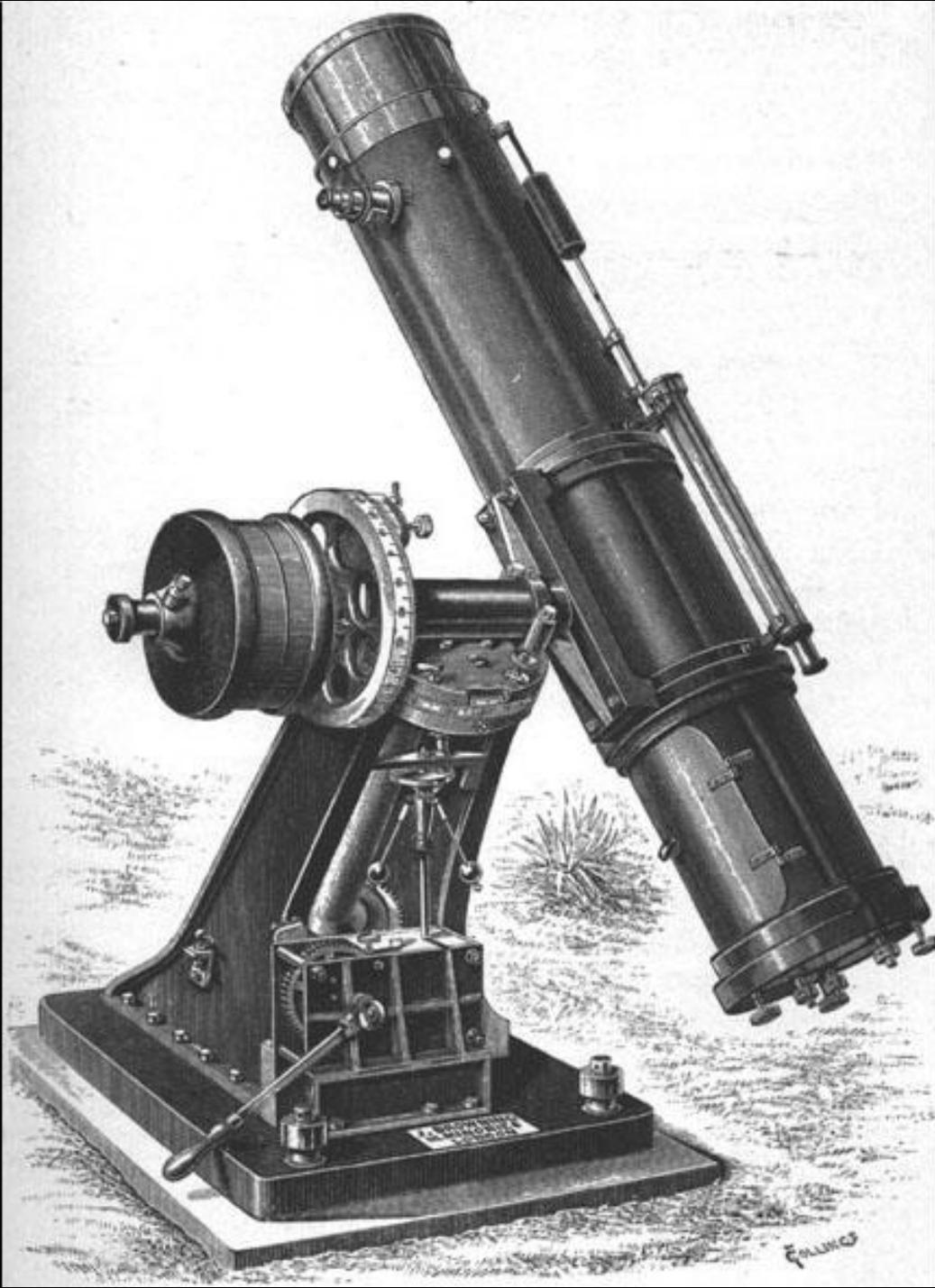
Современный крупный телескоп-рефлектор. Большой телескоп альт-азимутальный (БТА) диаметром 6 м Специальной астрофизической обсерватории (САО РАН). Северный Кавказ, станция Зеленчукская

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**

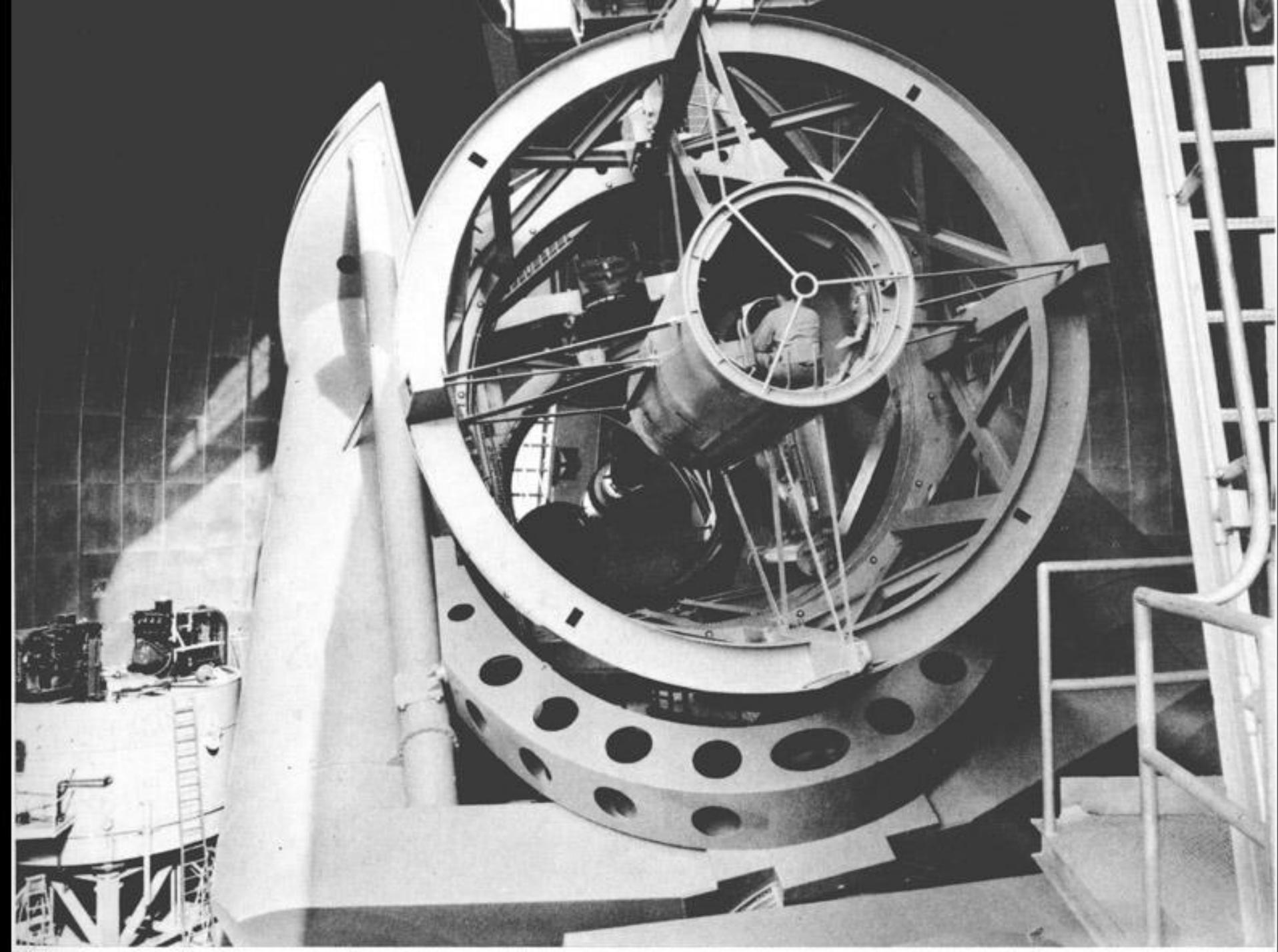


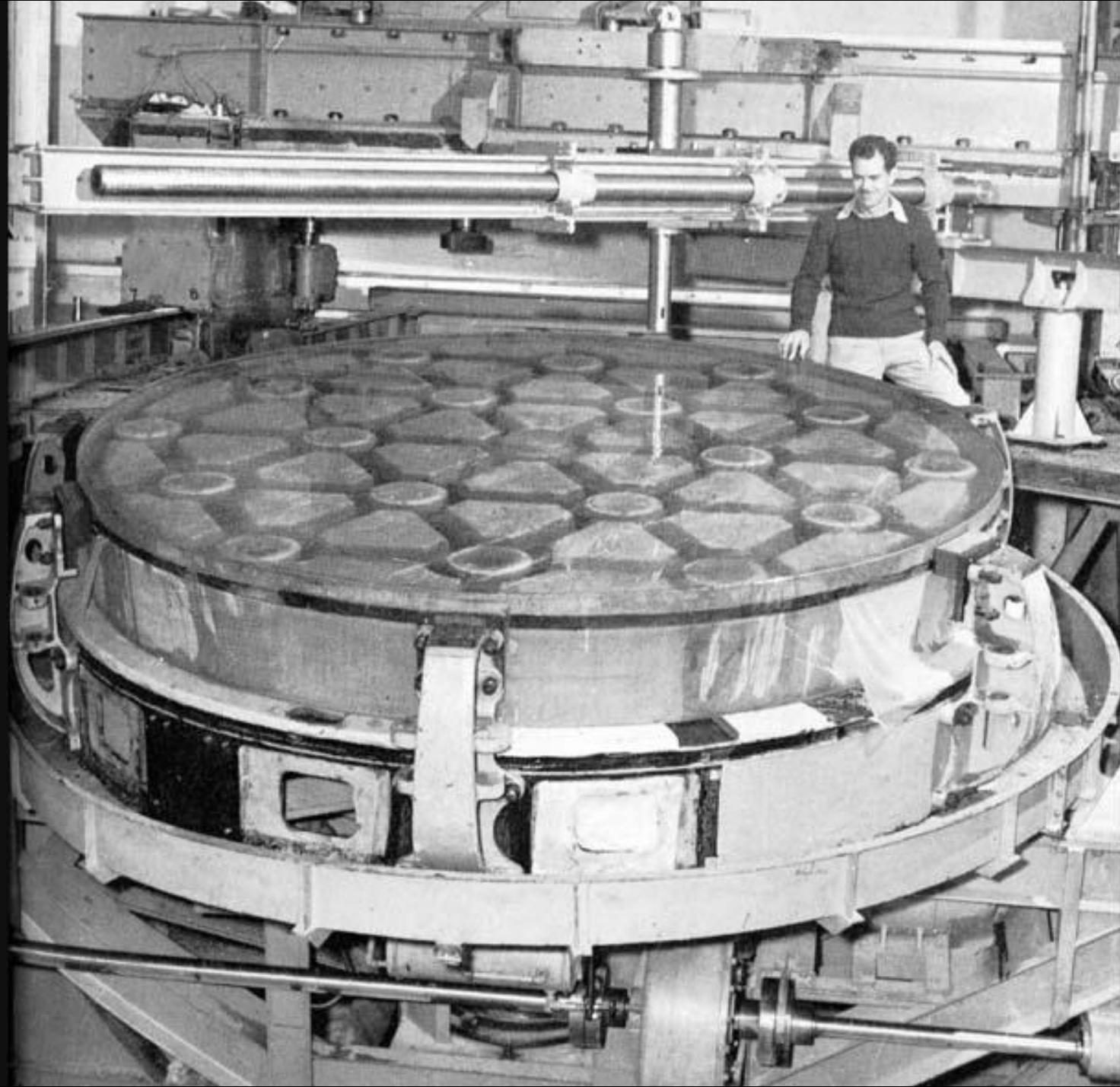
5-м рефлексор Паломарской обсерватории (США)

Обсерватория
Маунт Паломар
Калифорния



Рефлектор
“Хейл”
диаметр 5 м



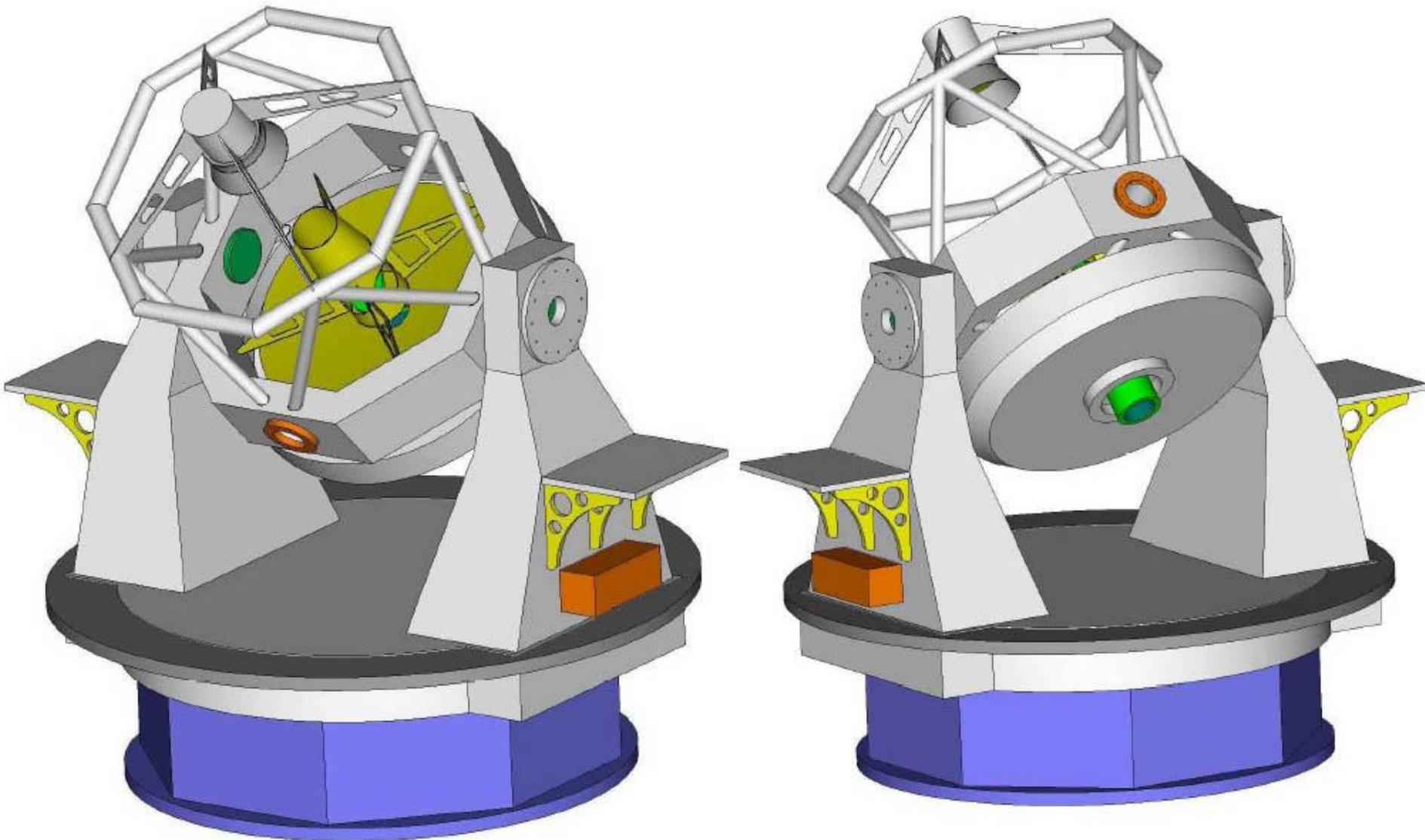


Зеркало
3-метрового
рефлектора
Ликской
обсерватории

*БТА
САО РАН
1976 г.*



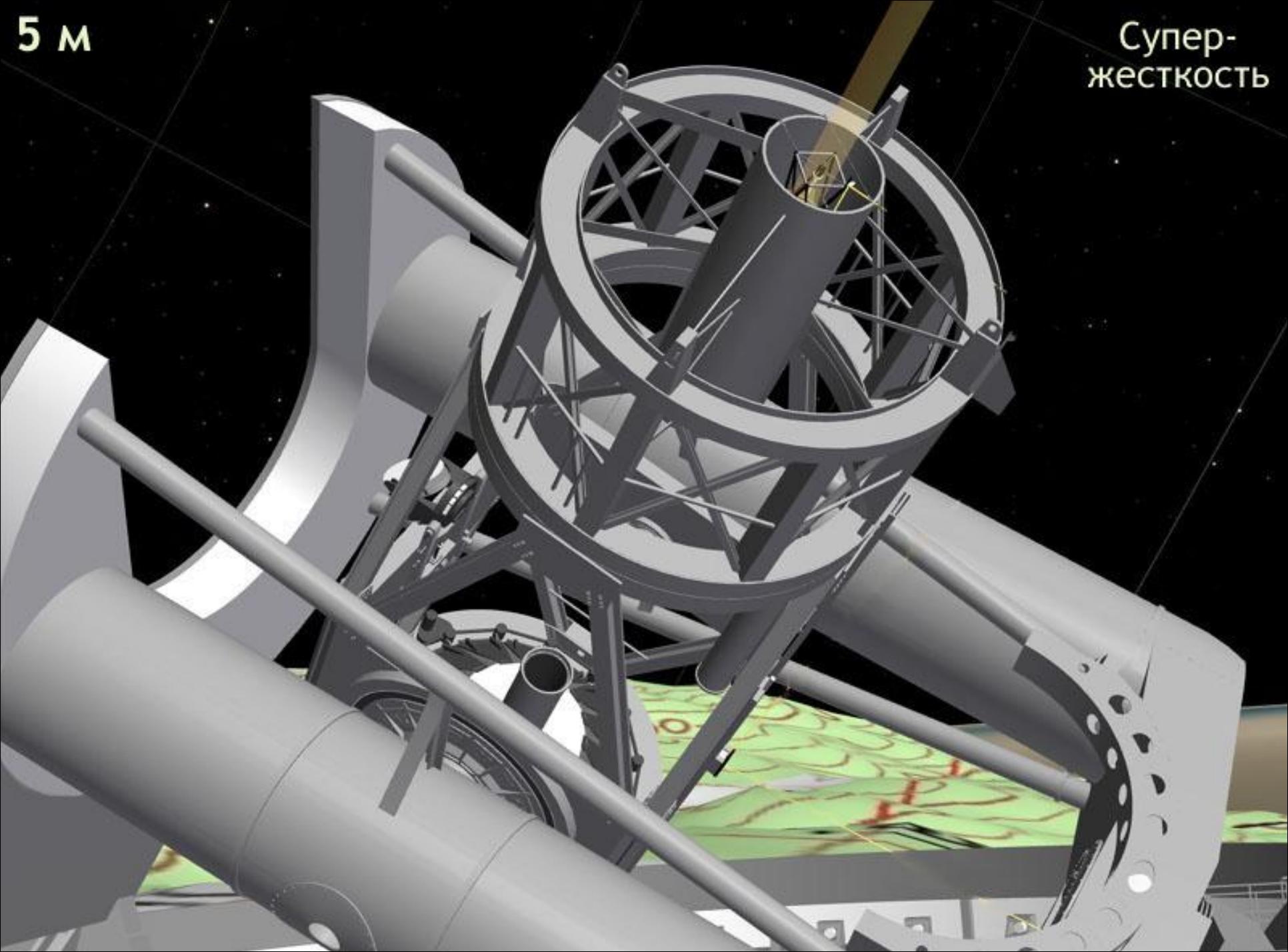
**6 м
1:4**

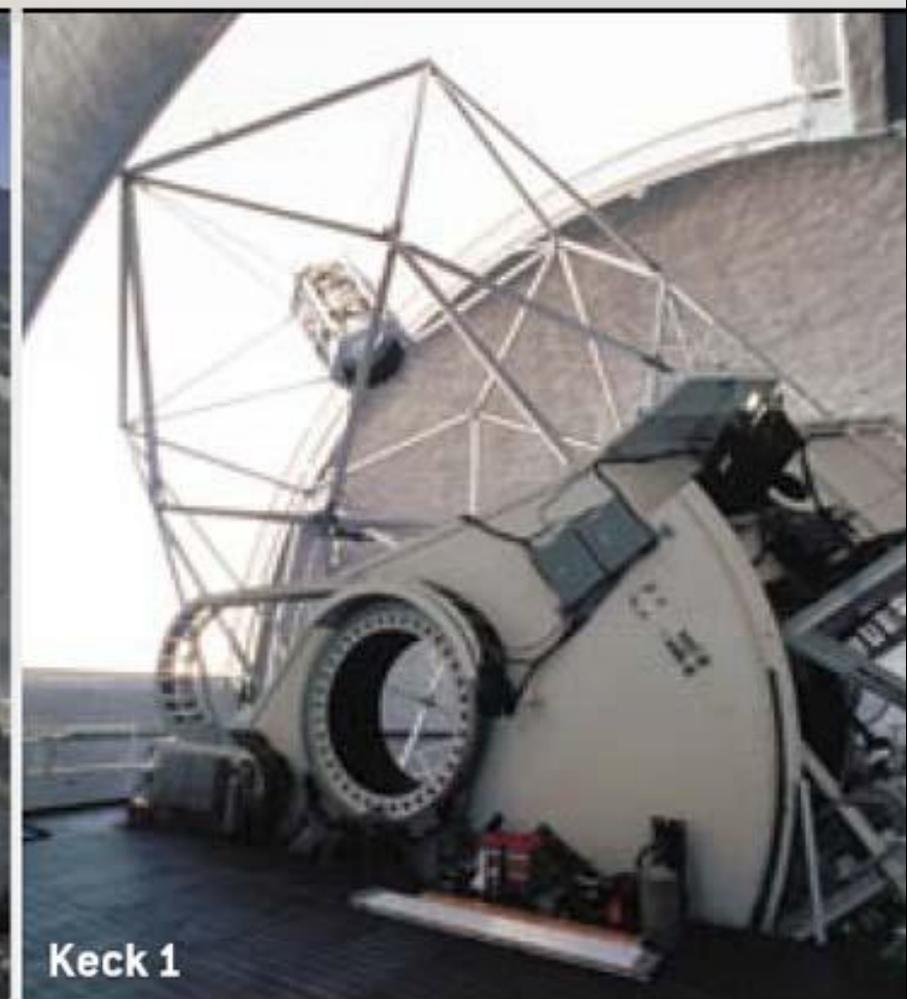


Новый телескоп ГАИШ МГУ диаметром 2,5 м

5 м

Супер-
жесткость





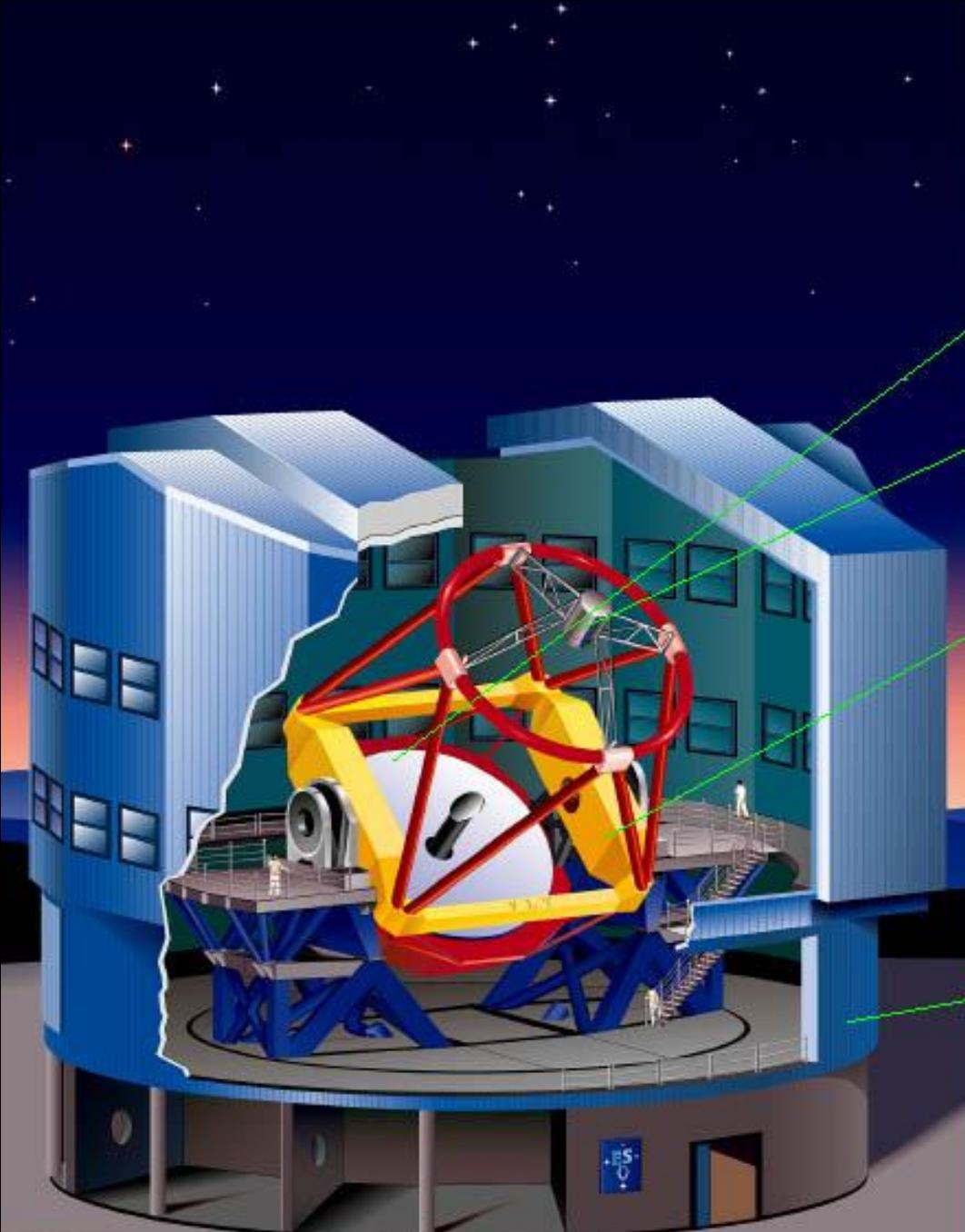
Ощутите разницу между массивностью конструкции 5-метрового телескопа "Хейл" (Маунт-Паломар, 1949) и легкостью 10-метрового "Кек" (Гавайи, 1993)











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