

# **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**

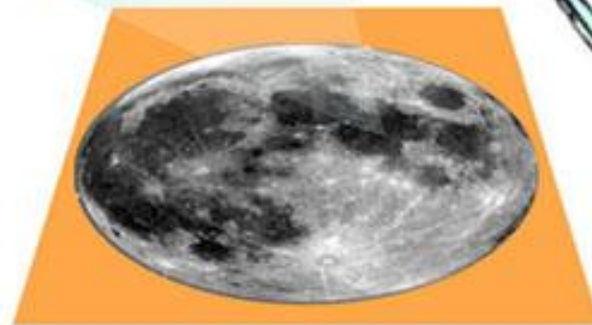
**Но близко подойти  
к небесному телу**



**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



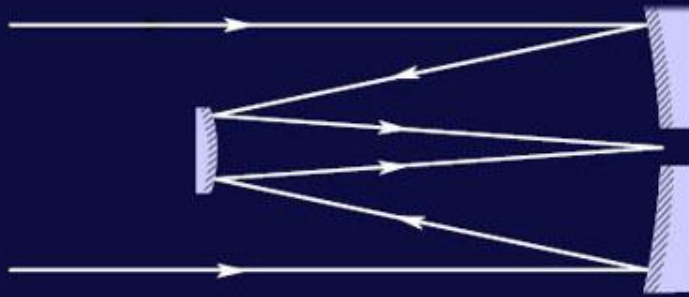
- ▶ Заметить  
тусклые объекты



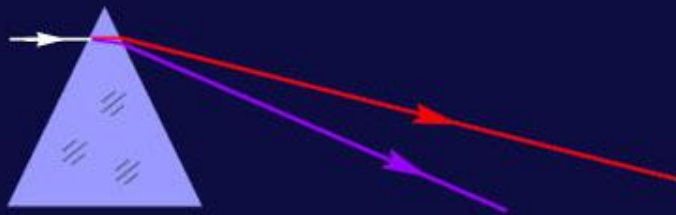
# Как можно управлять светом?



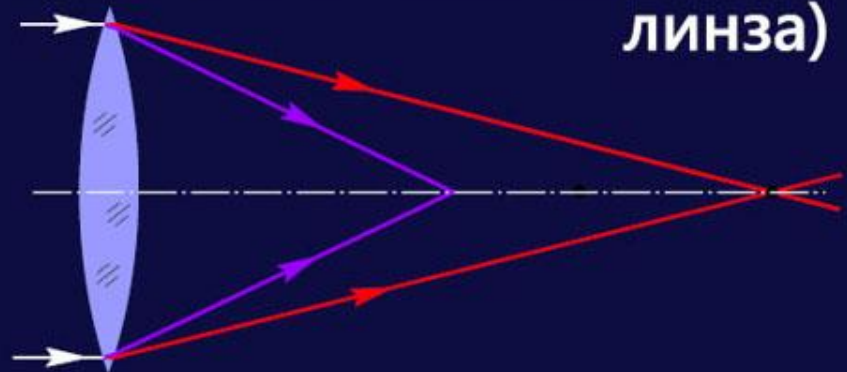
ограничивать (экран)



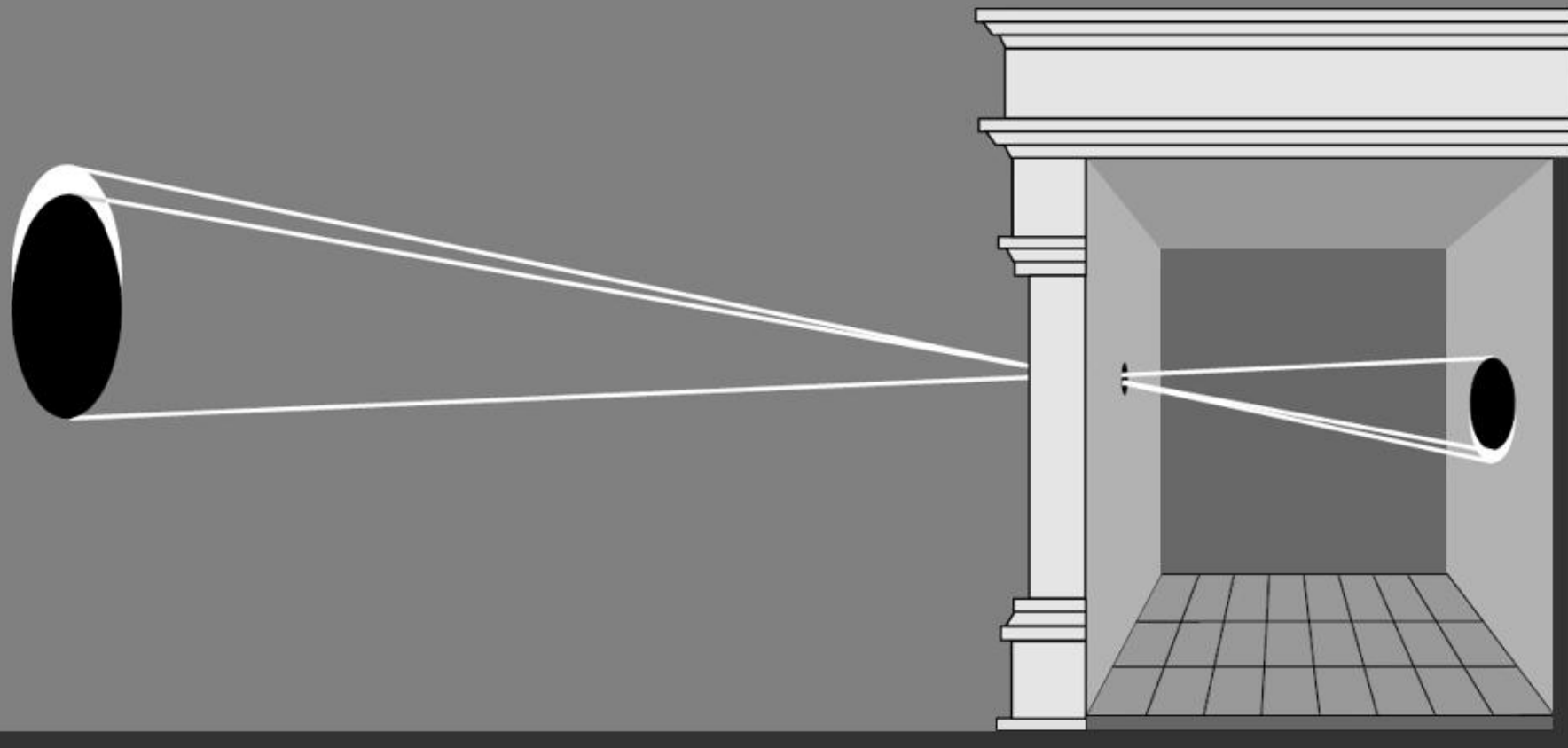
отражать (зеркало)



преломлять (призма,  
линза)

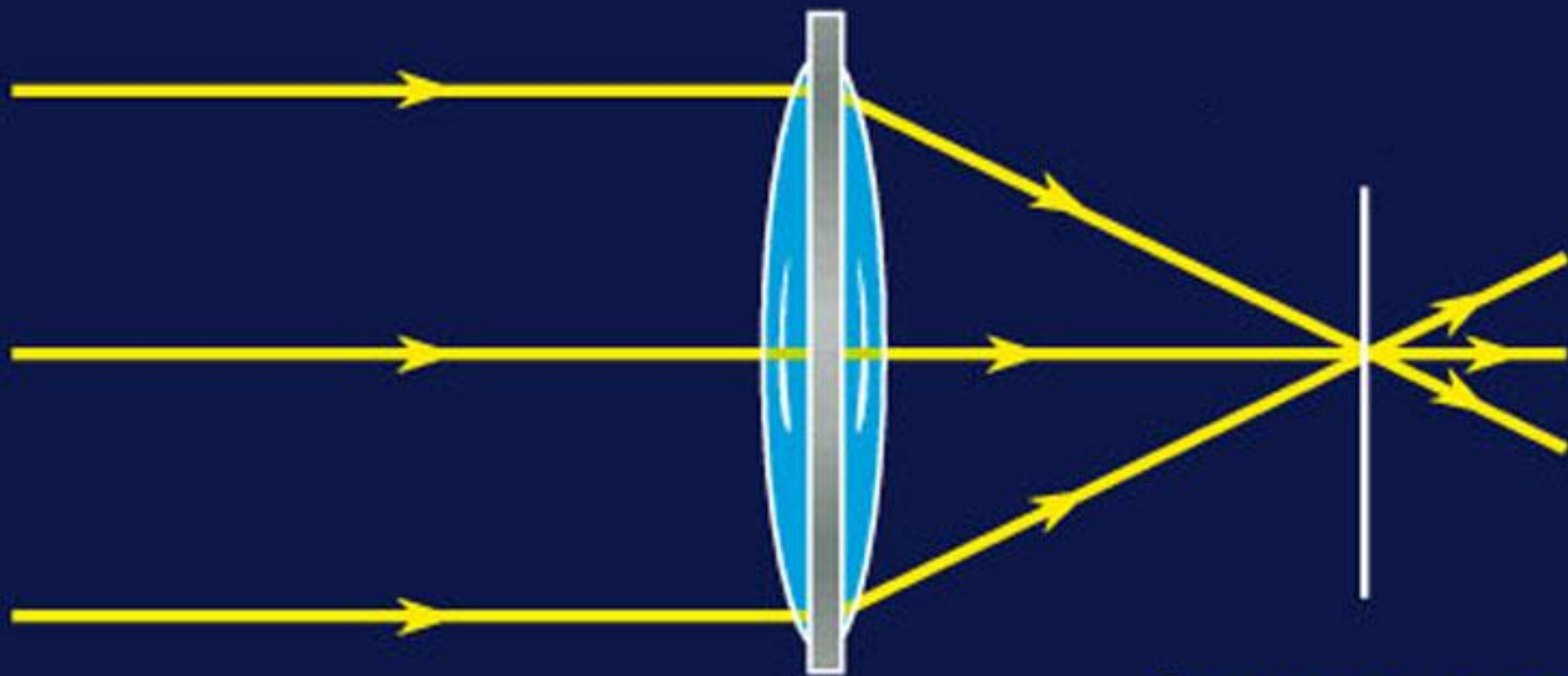


# Камера-обскура (лат. «темная комната»)



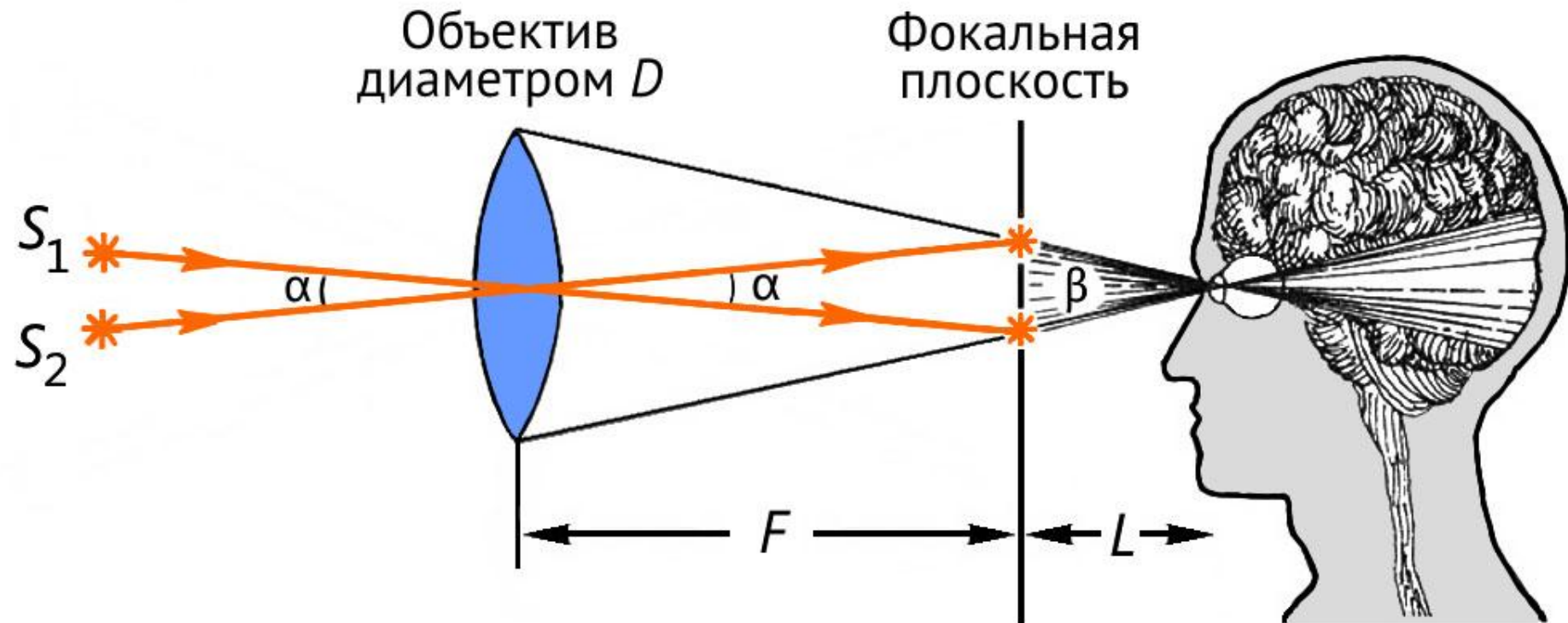


# Линза



**Фокальная  
плоскость**

# Простейший телескоп (пользоваться им неудобно)

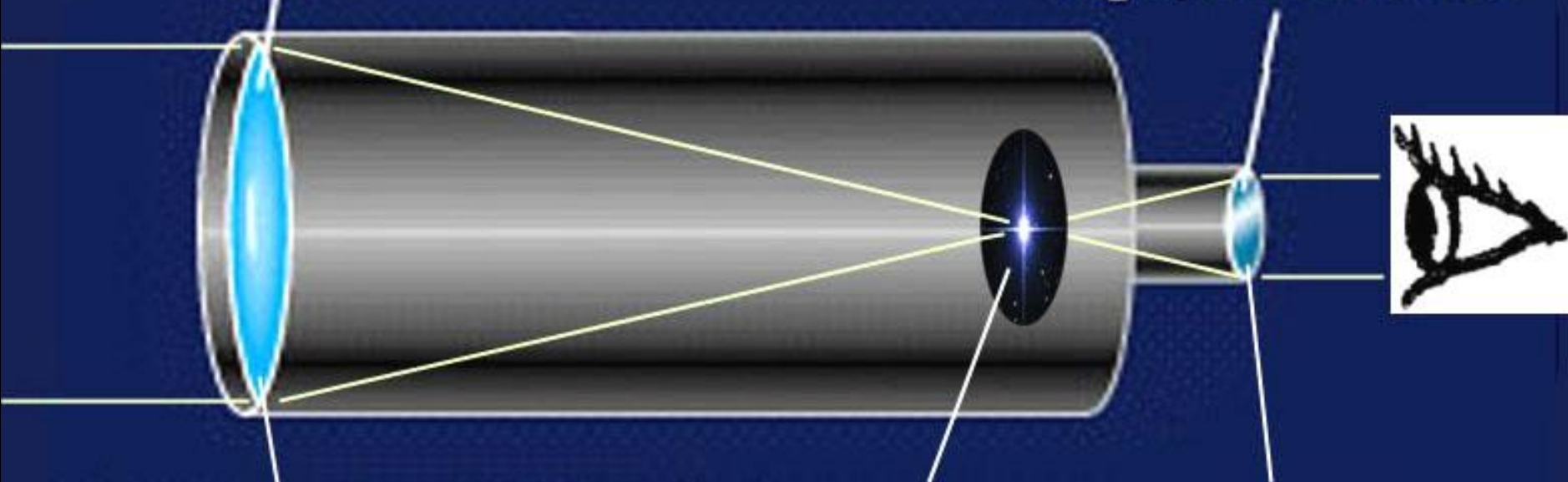


$$\text{Увеличение} = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{F}{L}$$

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

objective lens

eyepiece lens



Объектив

Изображение  
объекта

Окуляр

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



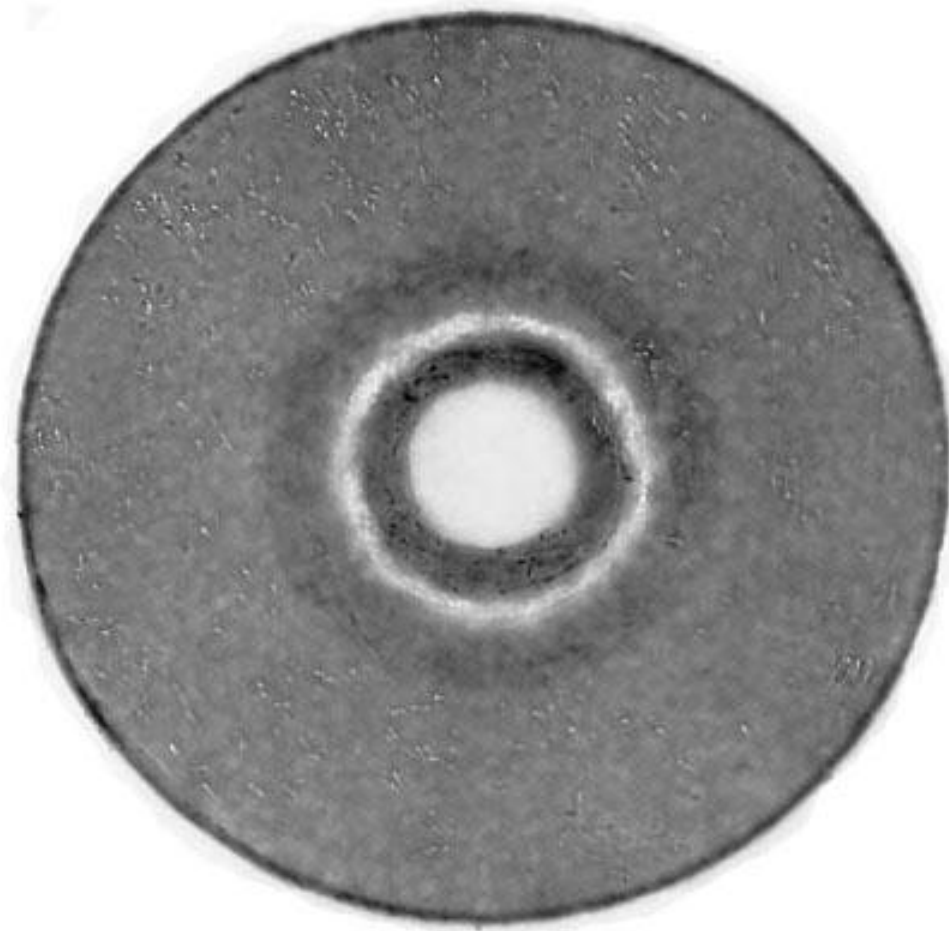


Галилео, 1609





# Дифракция



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



**АБЕРРАЦИЯ ОПТИЧЕСКАЯ** – искажение изображения, построенного объективом оптического прибора.

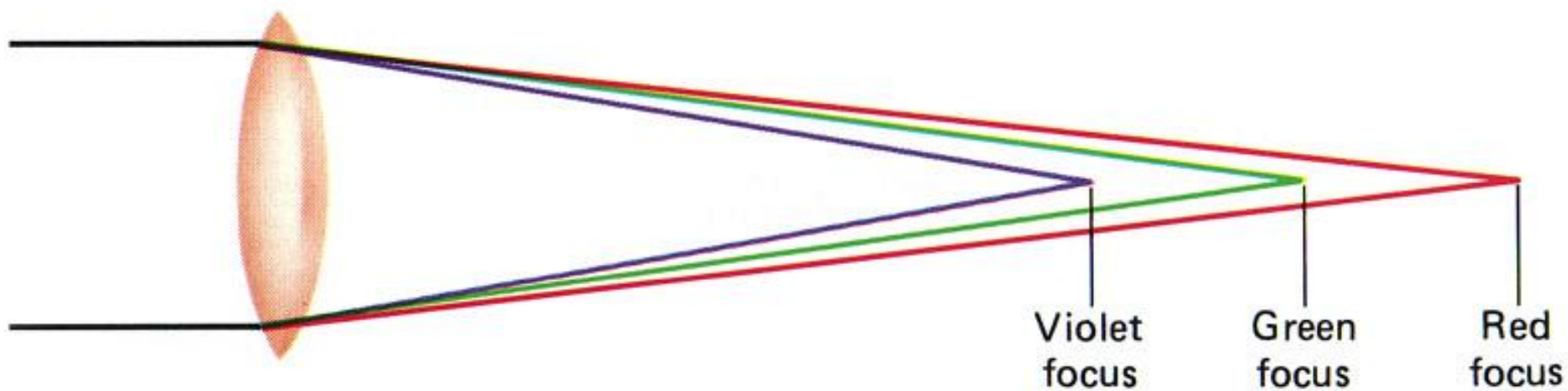
*Виды аберрации в зависимости от причины и характера искажений:*

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

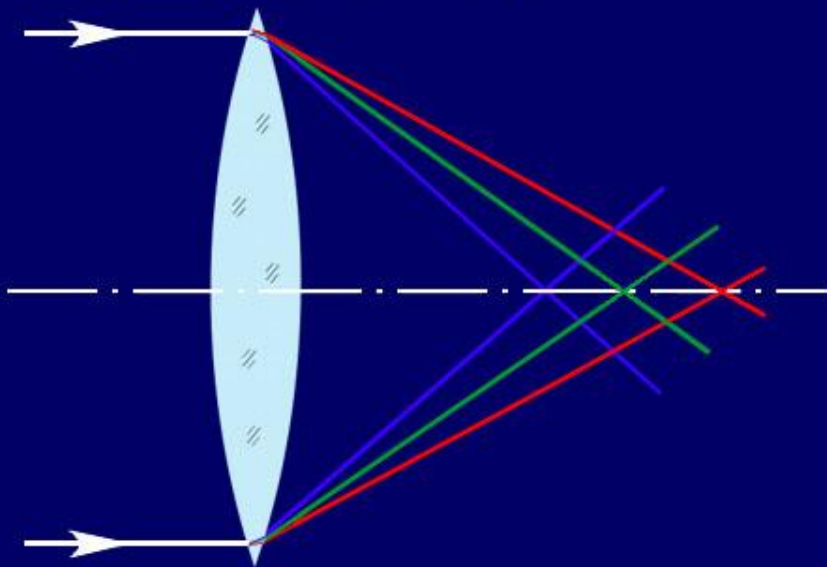
**НЕ ПУТАТЬ!**

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

# Хроматическая aberrация простой линзы

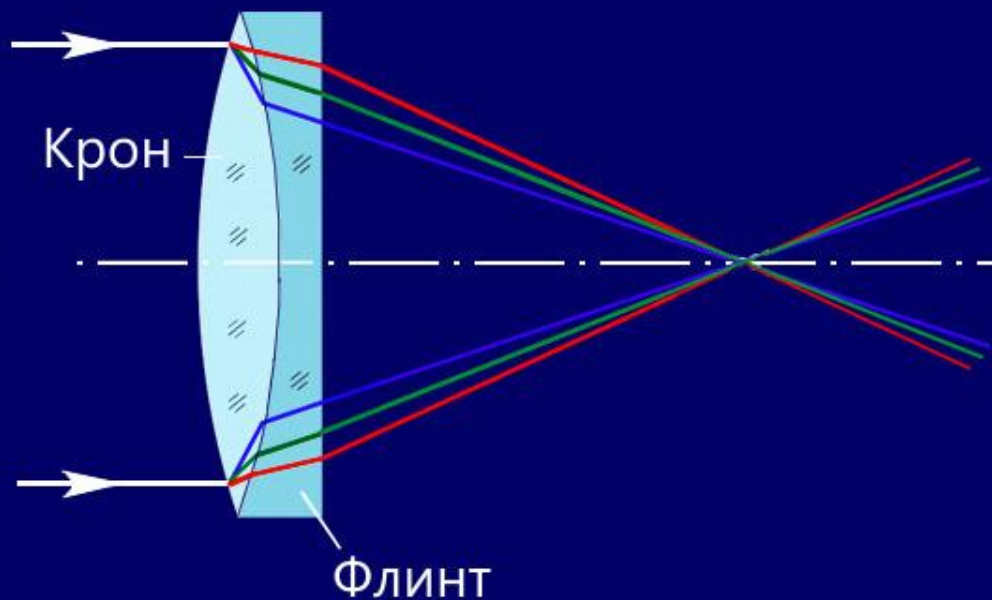


## Одиночная линза



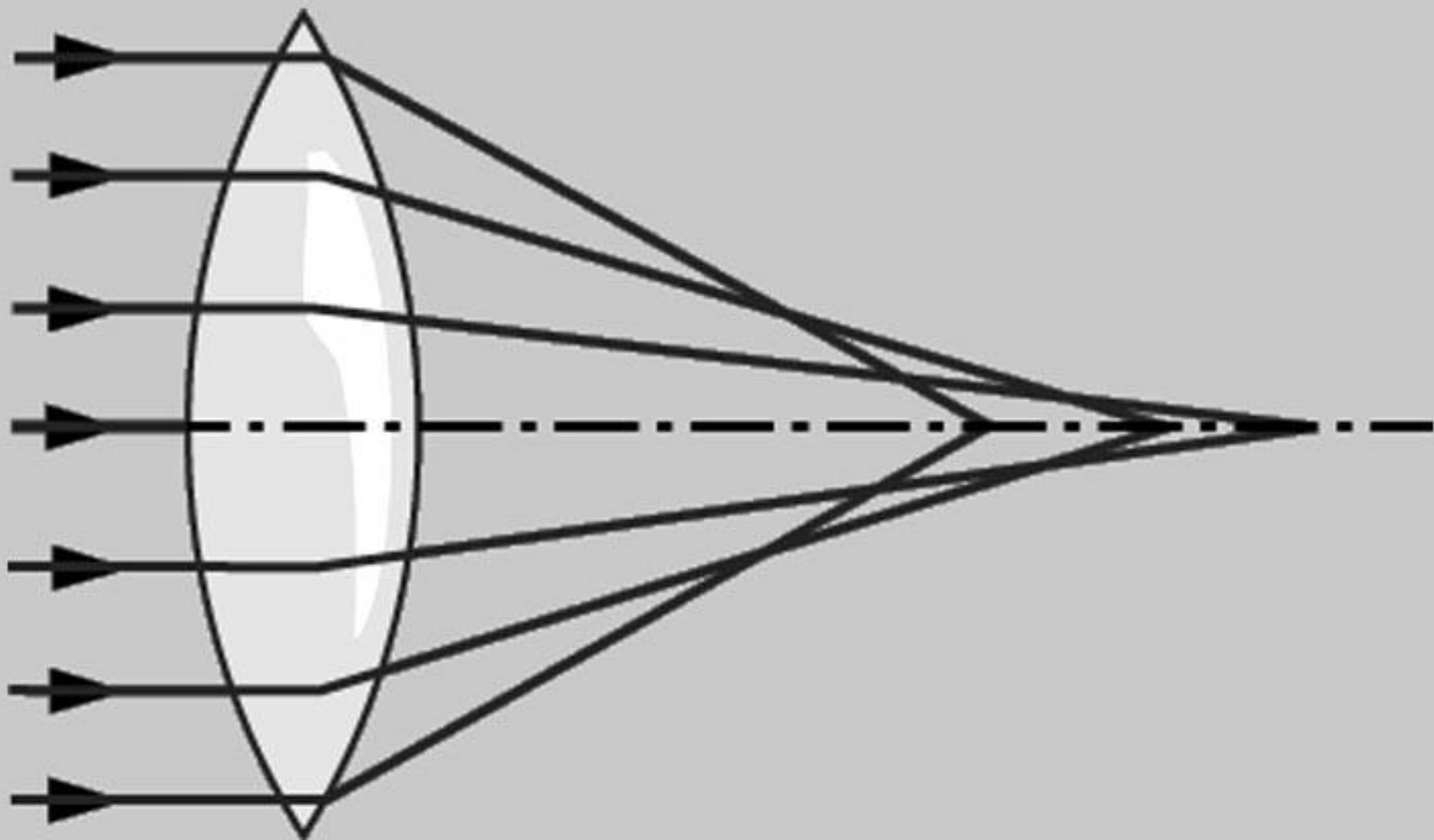
*Хроматическая aberrация*

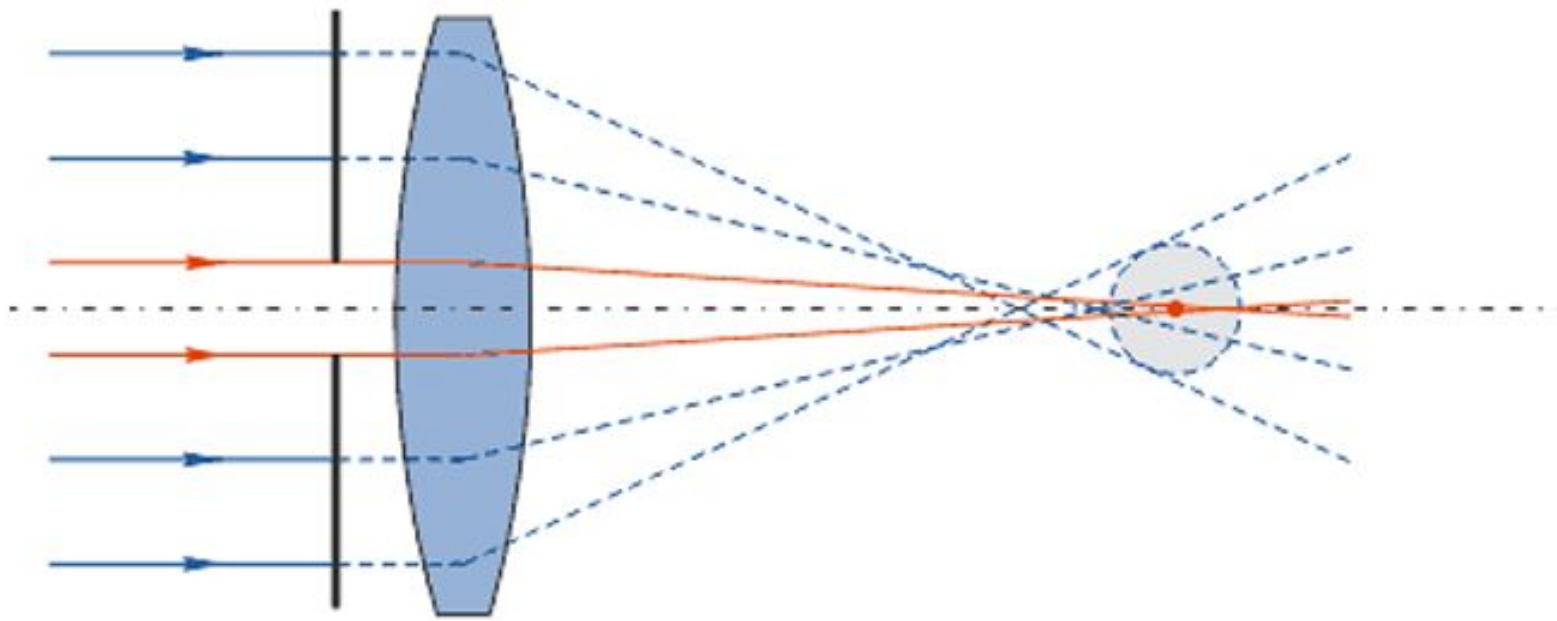
## Ахроматический дублет



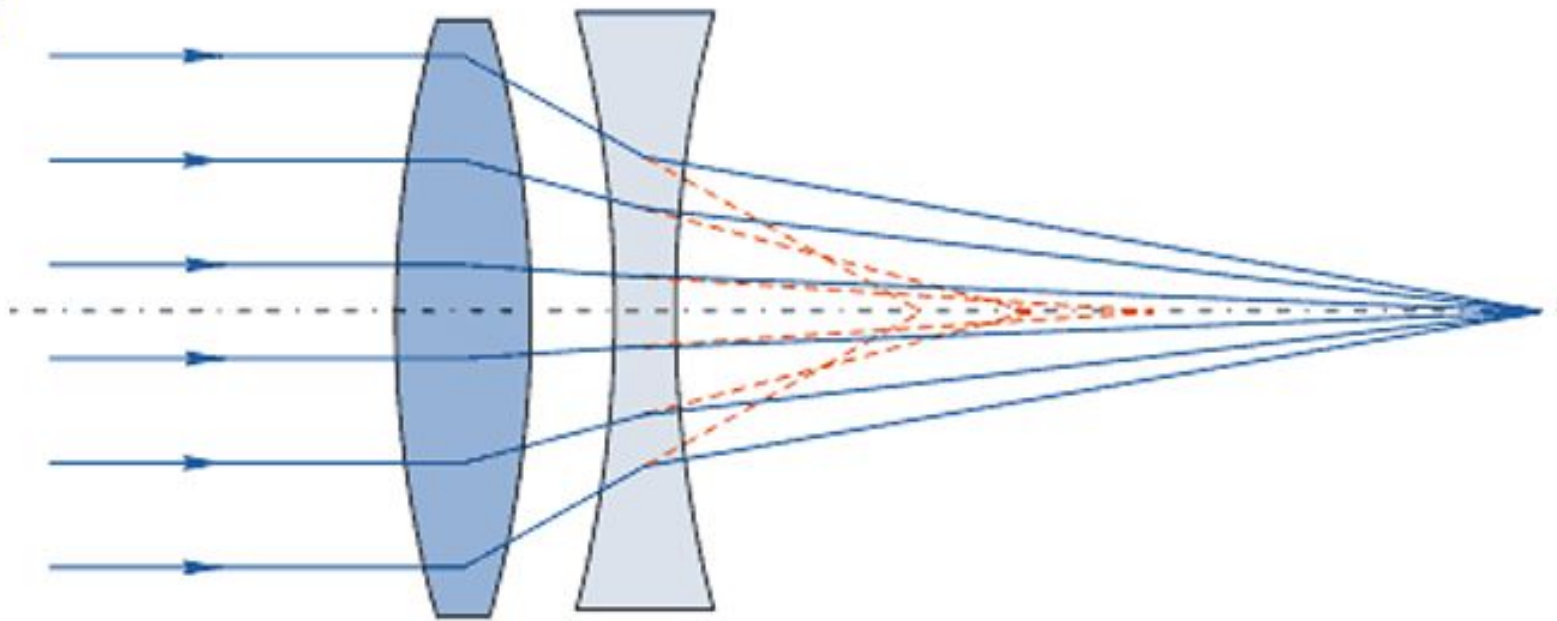


# Сферическая абберрация



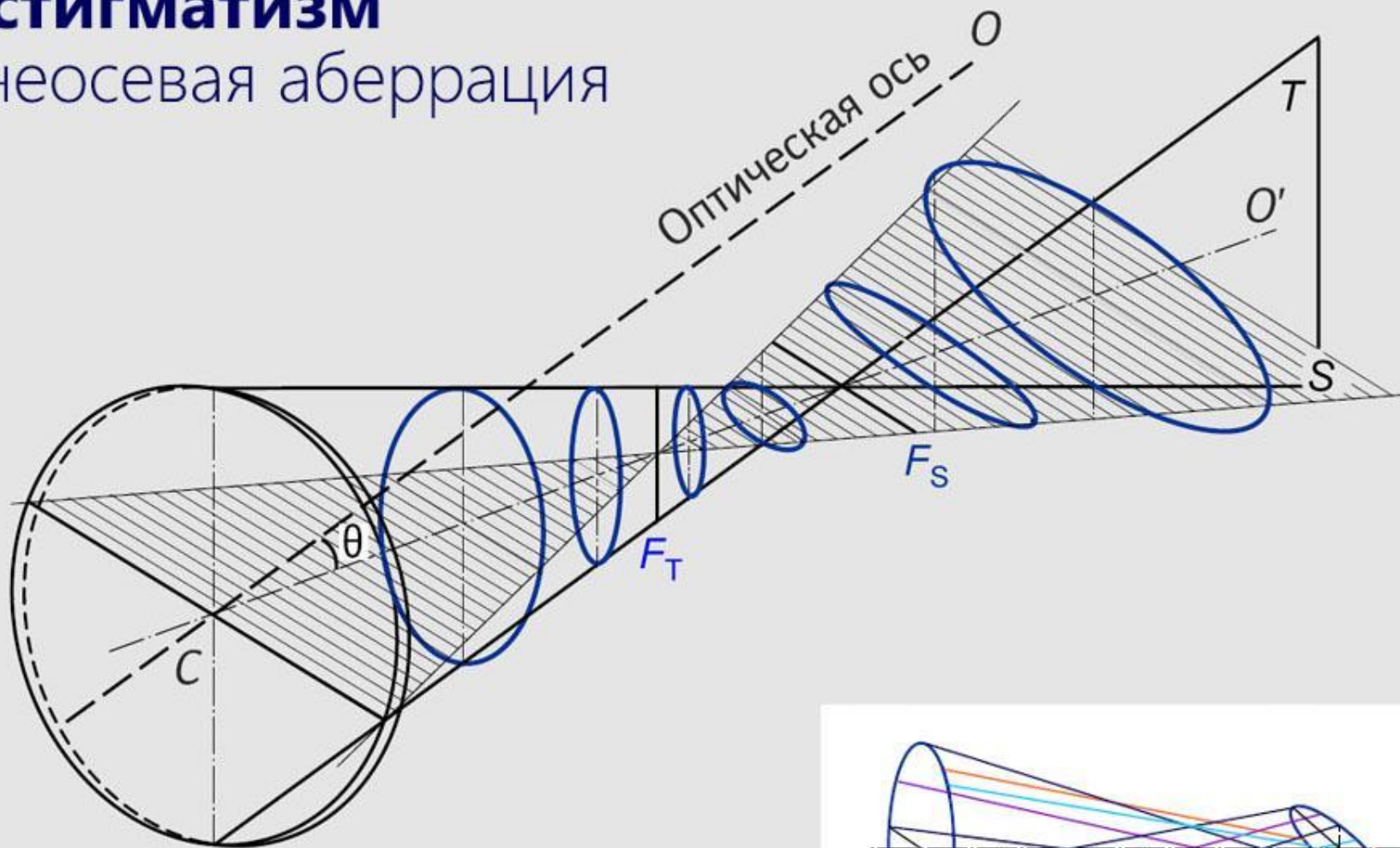


Борьба со  
сферической  
абберацией



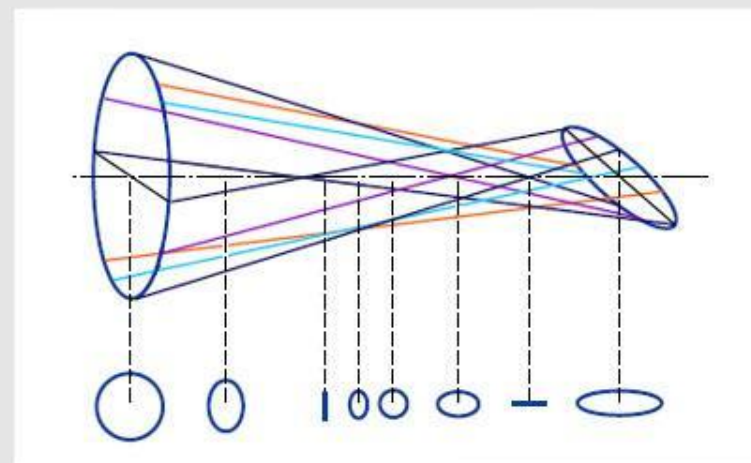
# Астигматизм

Внеосевая аберрация



$S$  — сагиттальная плоскость

$T$  — тангенциальная плоскость  
(или  $M$  — меридиональная)

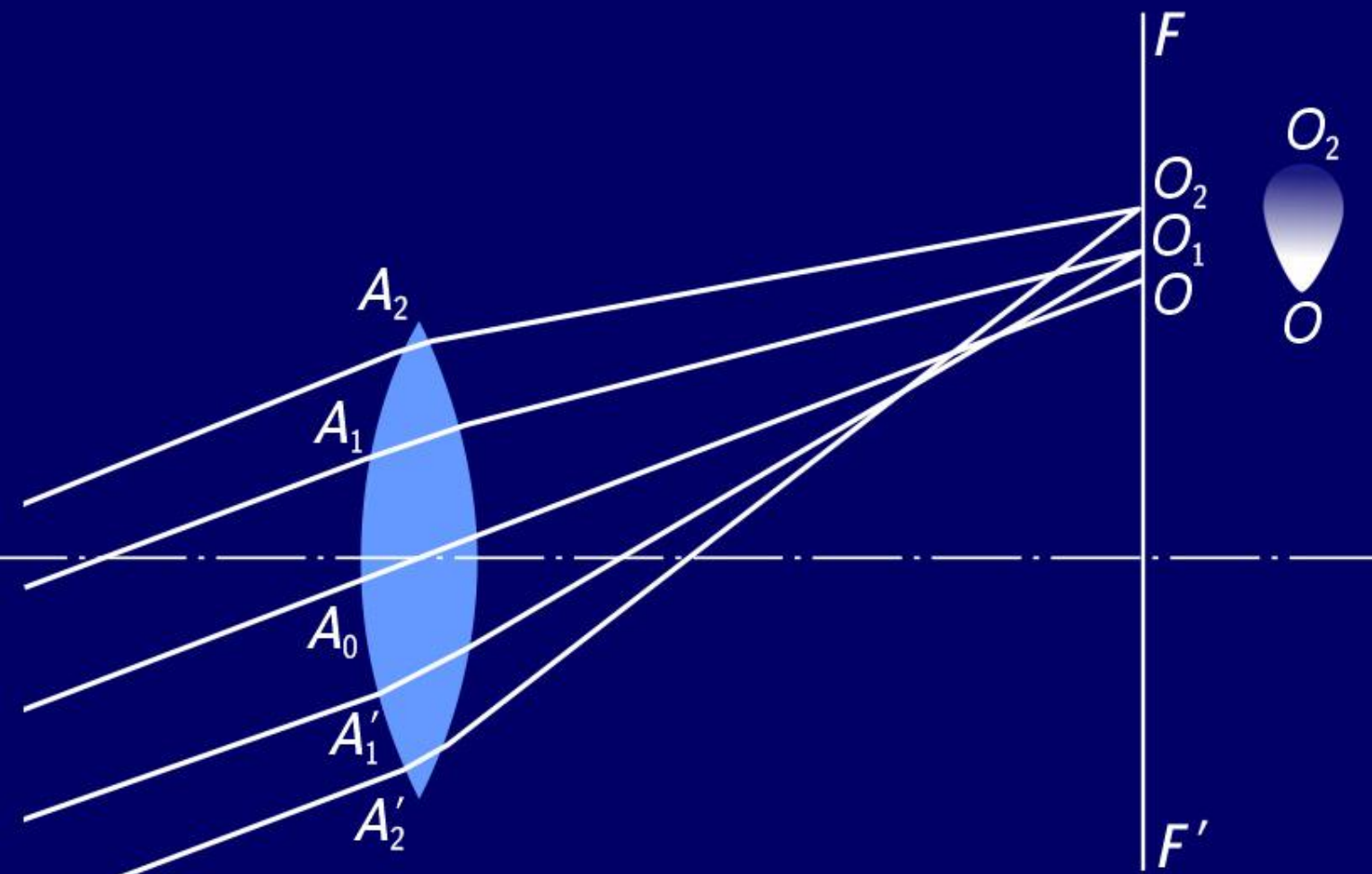


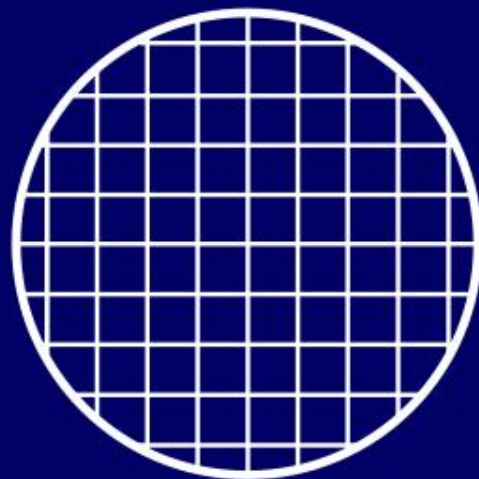


# Кома

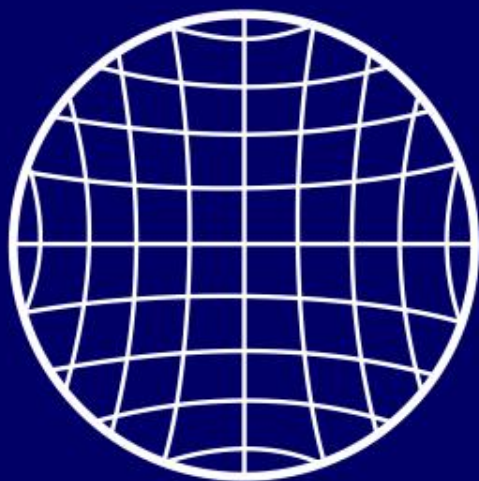
(внеосевая аберрация)

Изображение звезды  
испорченное комой





**Неискаженное  
изображение**

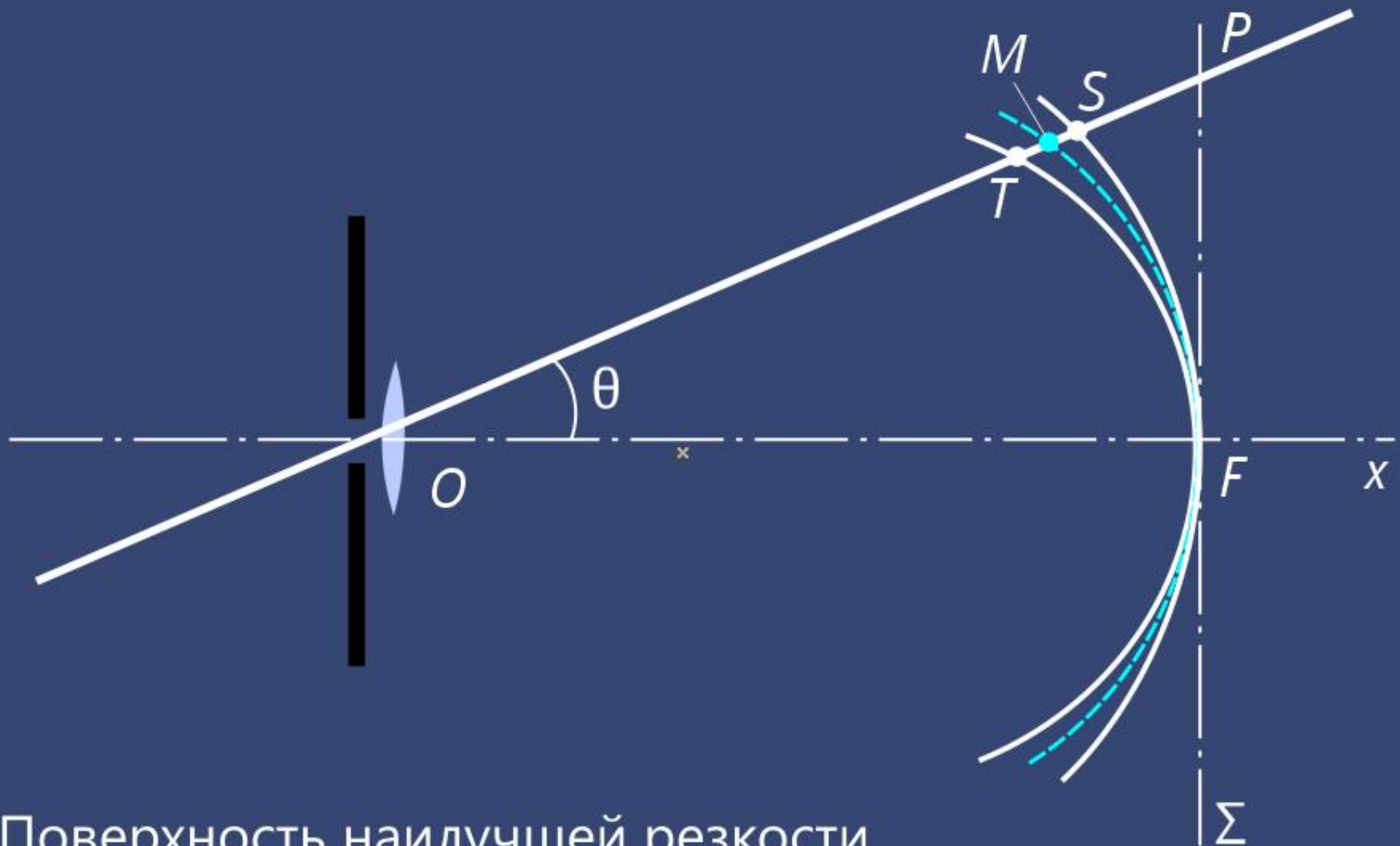


**Подушкообразная  
дисторсия**



**Бочкообразная  
дисторсия**

# Кривизна поля



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

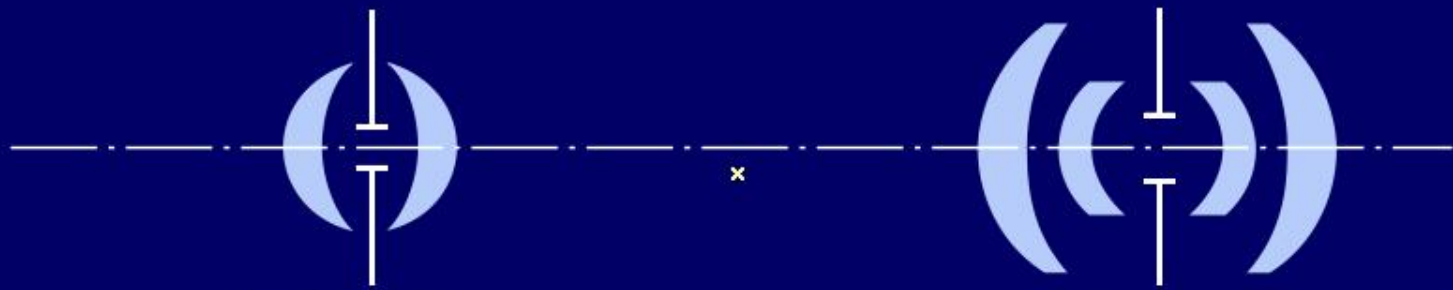


# Фотообъективы



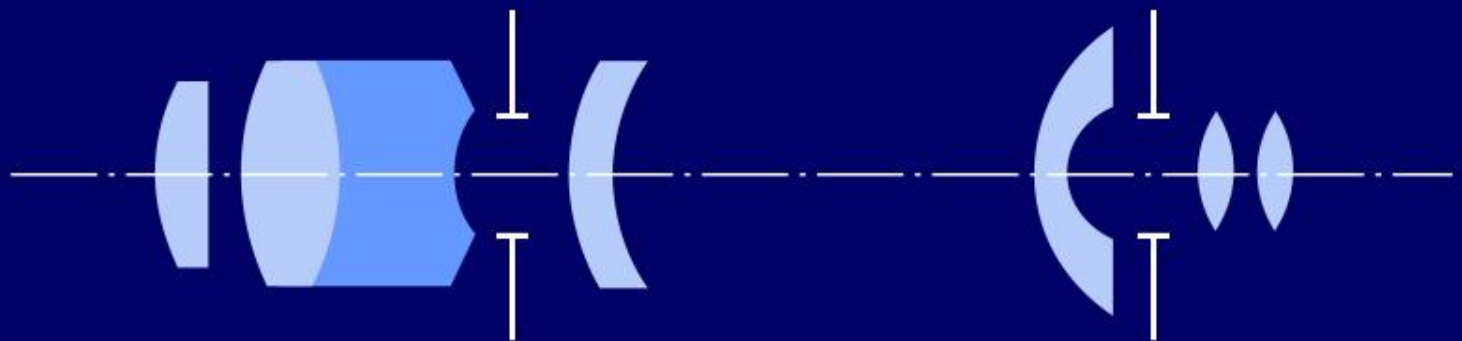
Триплет

Индустар



Гипергон

Орион



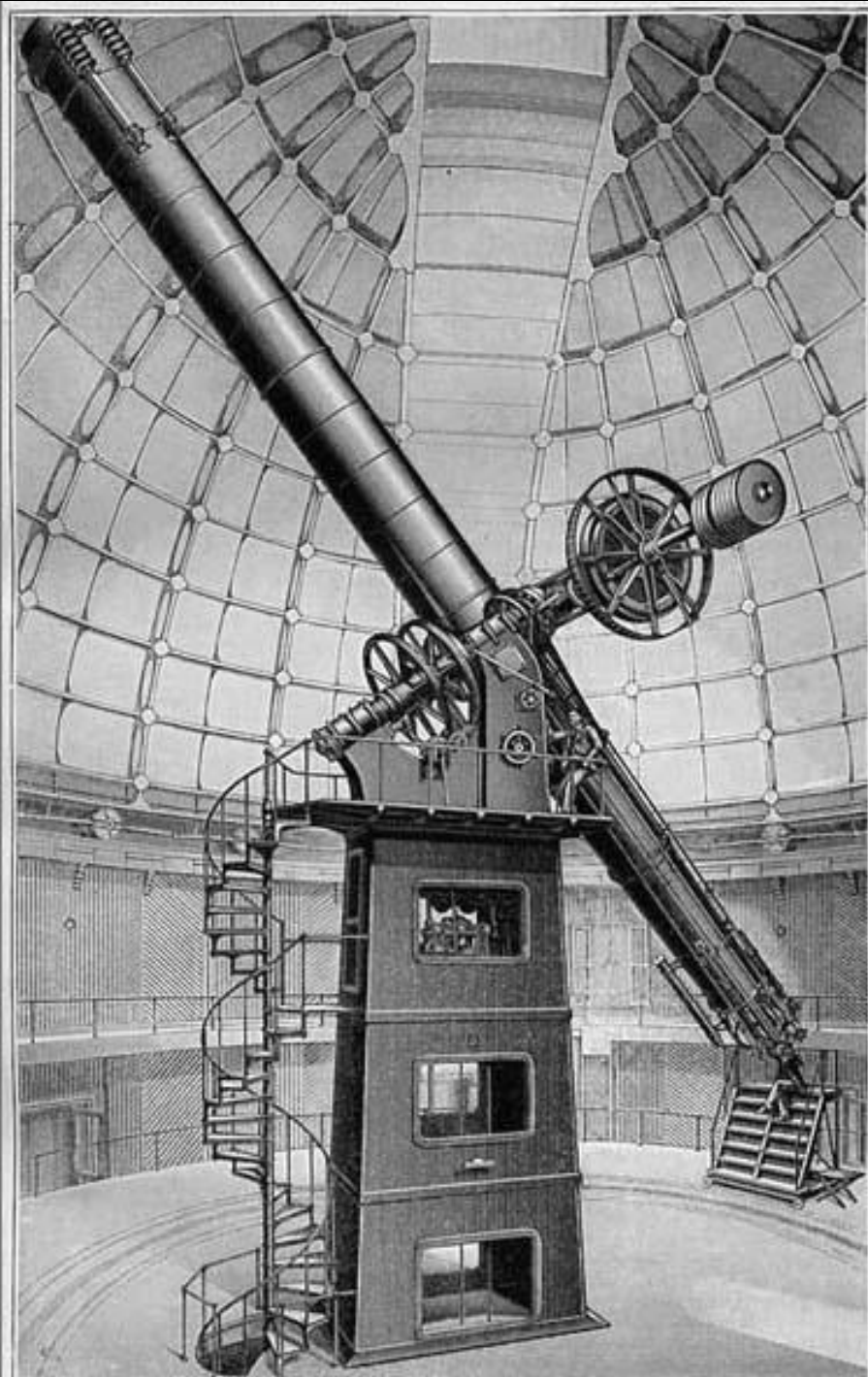
Юпитер

Широкоугольный  
объектив Гилля

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



Mary Lea Shane Archives

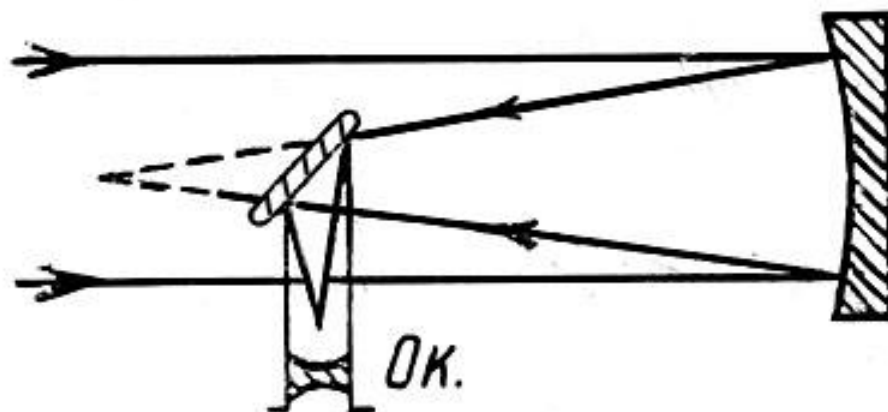




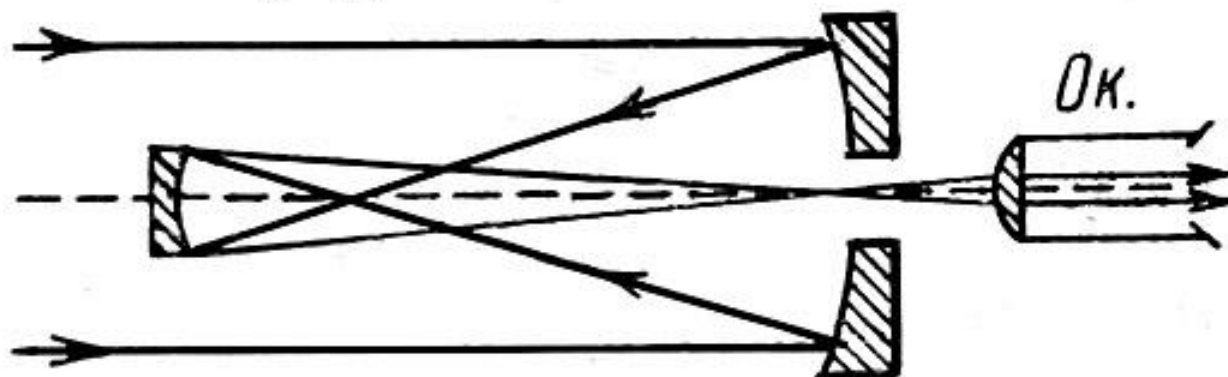
**Исаак Ньютон**  
в 1668 г.  
построил  
первый  
действующий  
телескоп-  
рефлектор



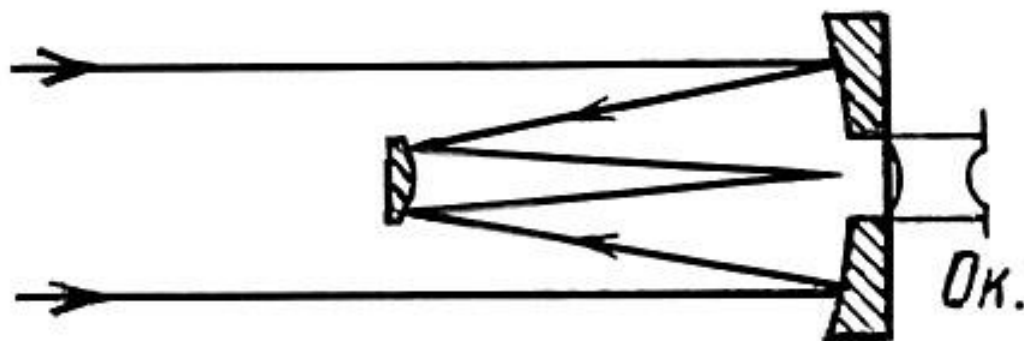
НЬЮТОН



Грегори



Кассегрен





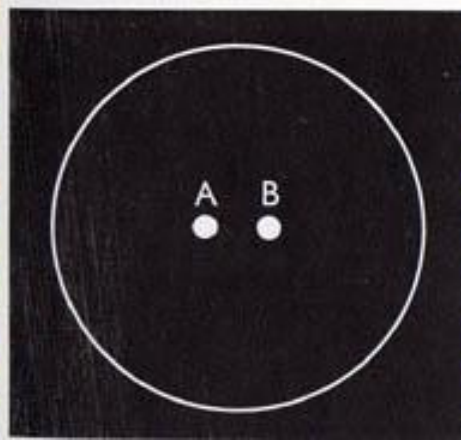
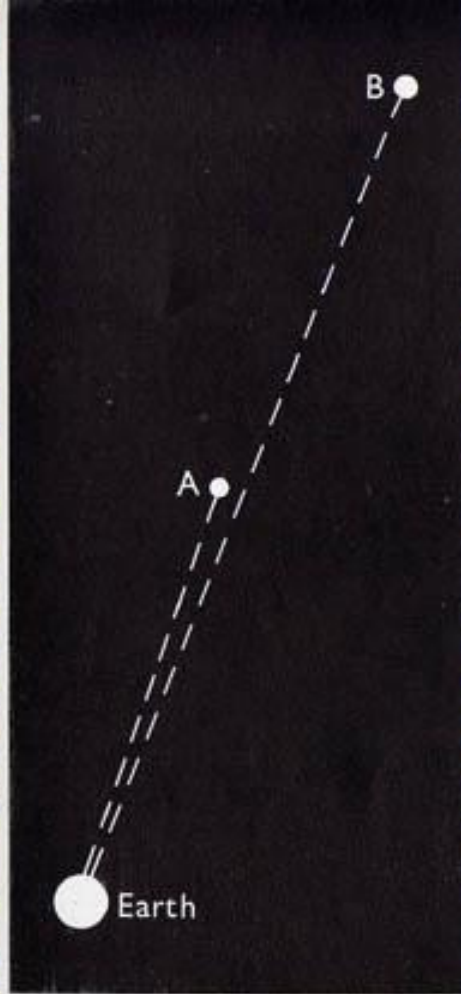
Вильям Гершель,  
макет его телескопа  
и схема попытки  
измерить параллаксы  
звезд.



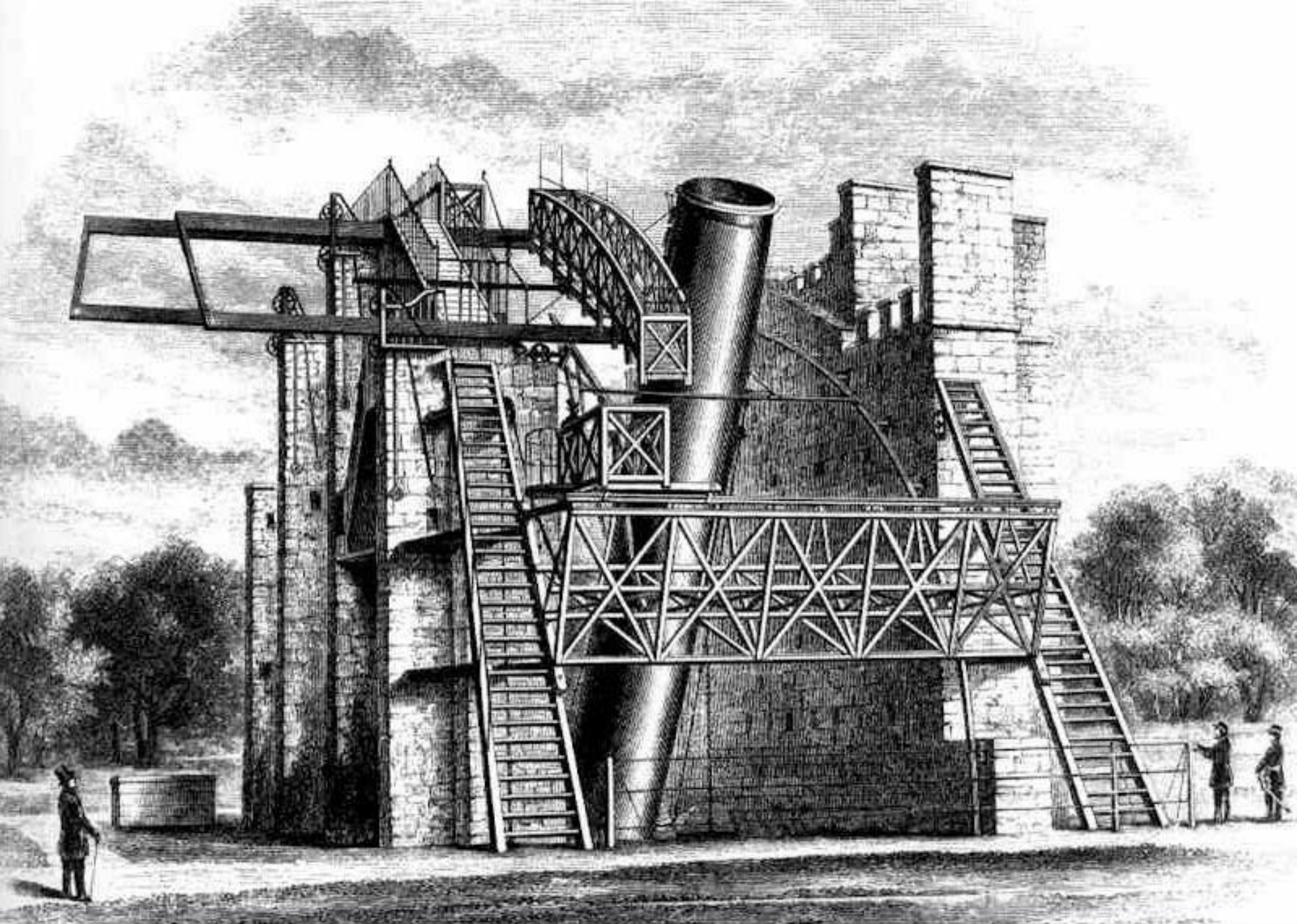




Вильям Гершель  
и его  
самодельные  
рефлекторы







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



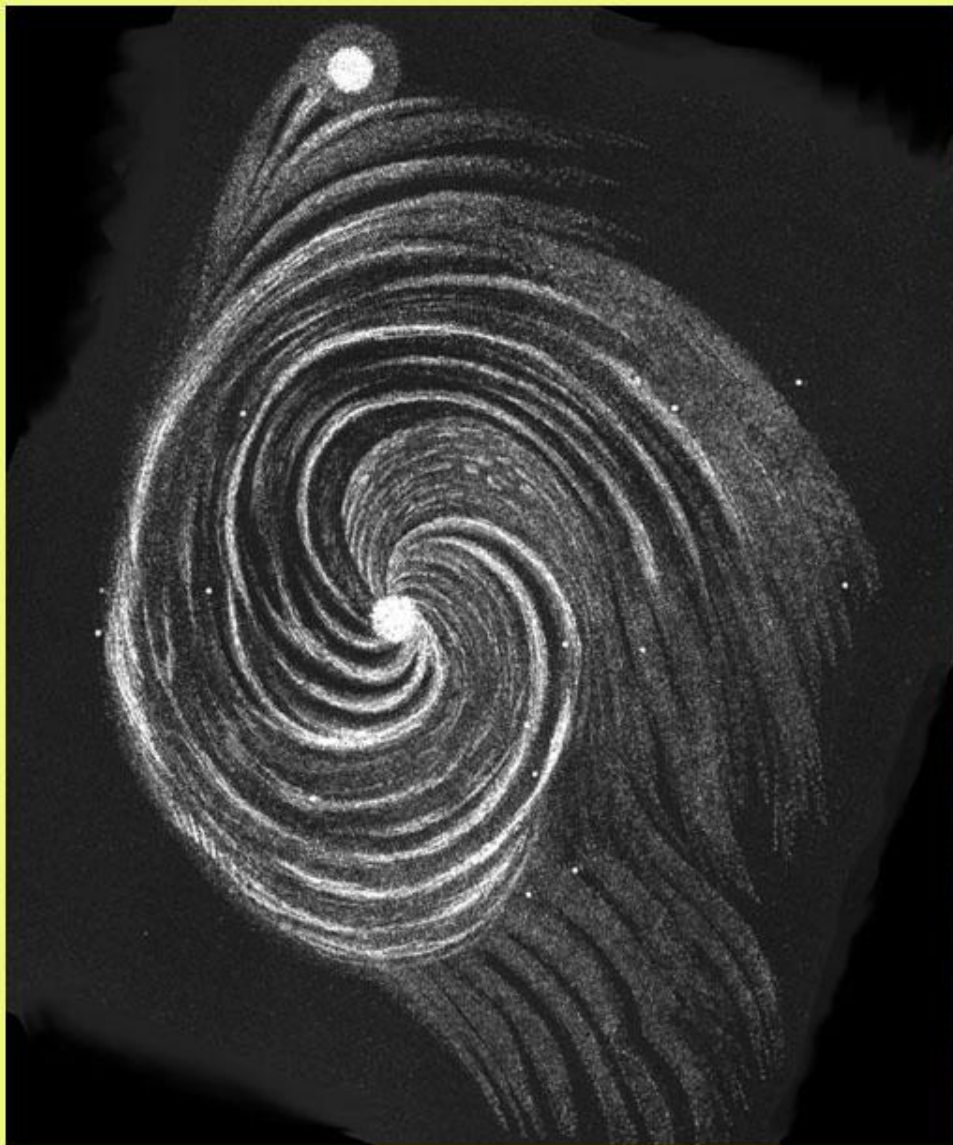


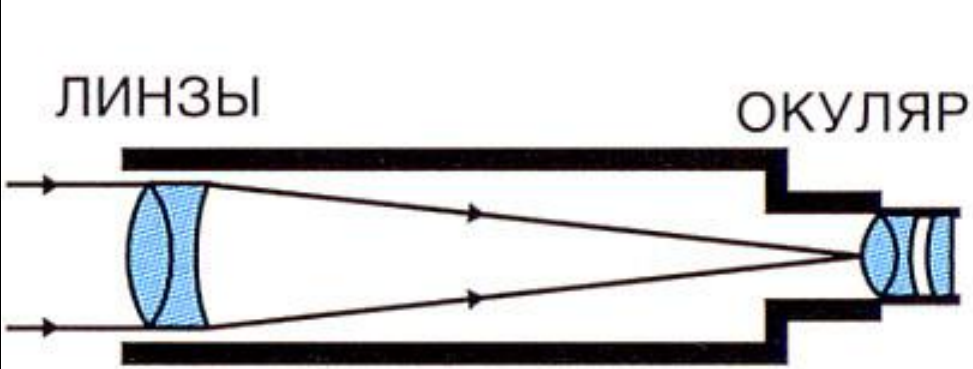
Рисунок лорда Росса  
XIX век



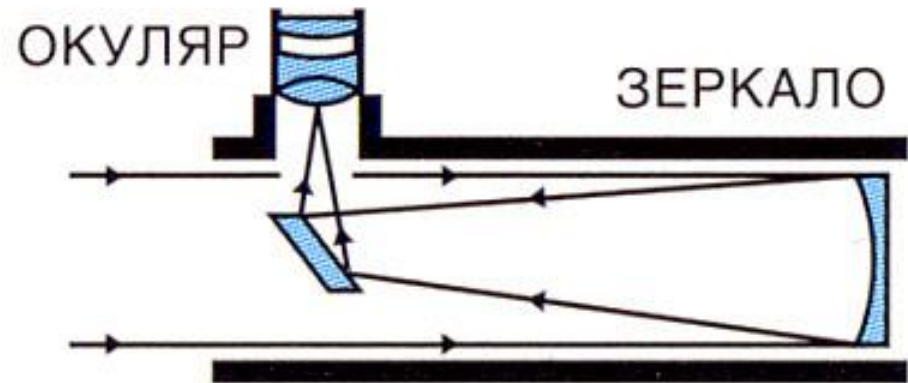
М 51

Фотография с Земли  
XXI век

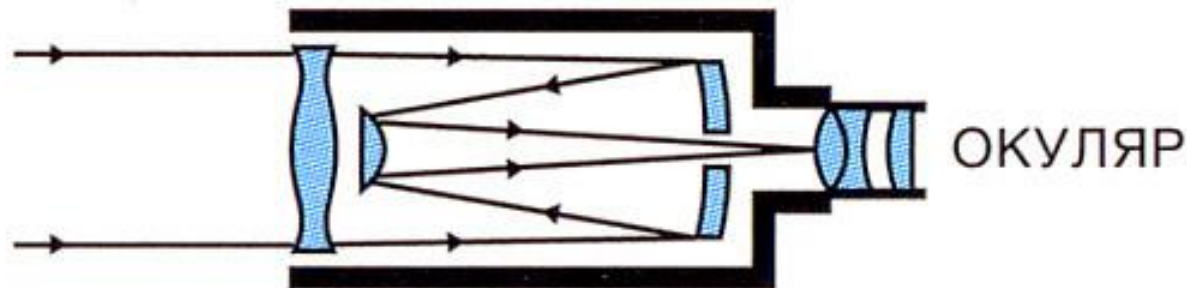
# Типы телескопов



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

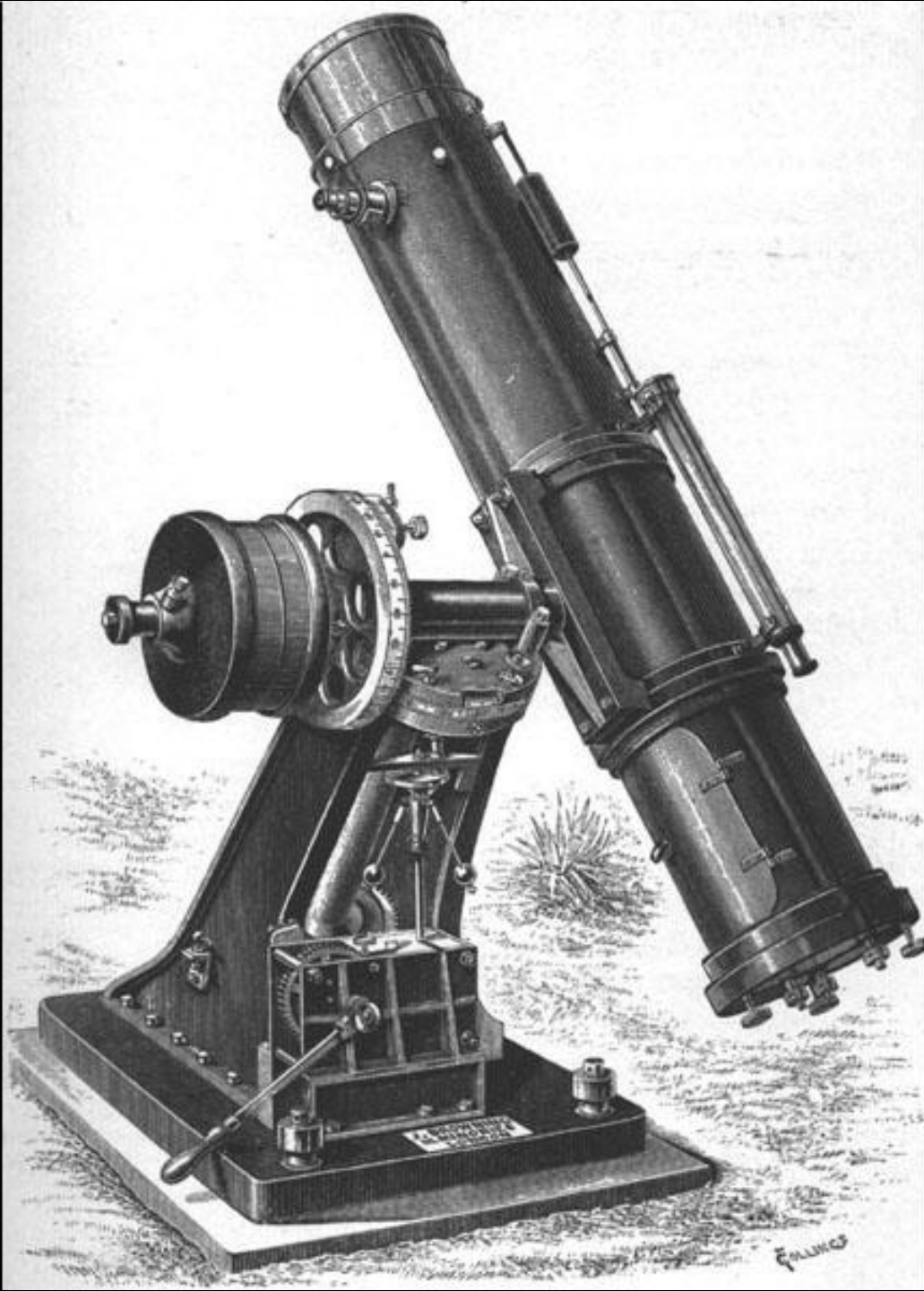
# *Конструкция телескопа и башни*





**Классический  
телескоп:**

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



**Противоречивые  
требования:**

**ОПТИКА  
больше  
и  
тяжелее**

**МЕХАНИКА  
легче  
и  
точнее**



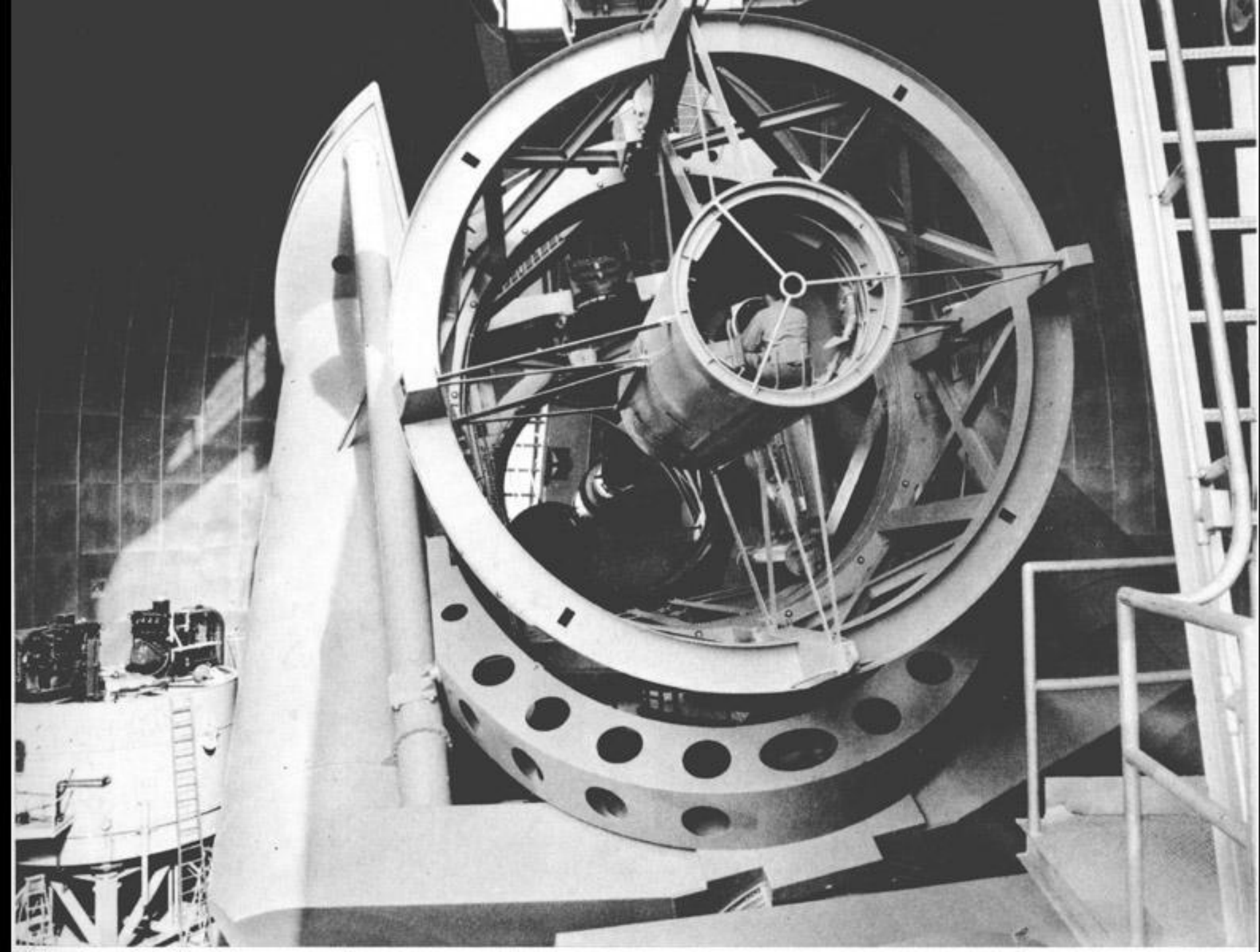
5-м рефлексор Паломарской обсерватории (США)

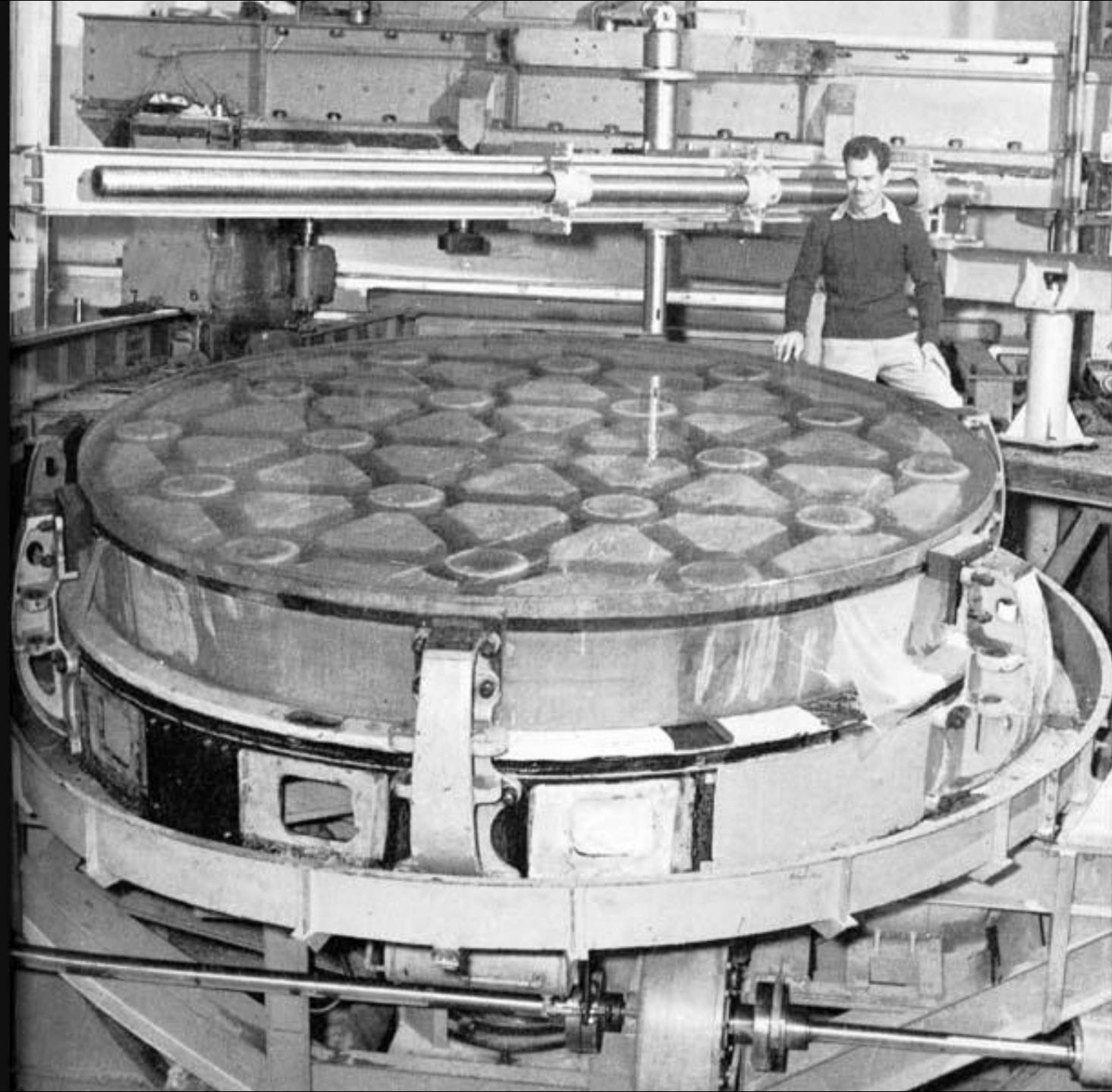
Обсерватория  
Маунт Паломар  
Калифорния



Рефлектор  
“Хейл”  
диаметр 5 м







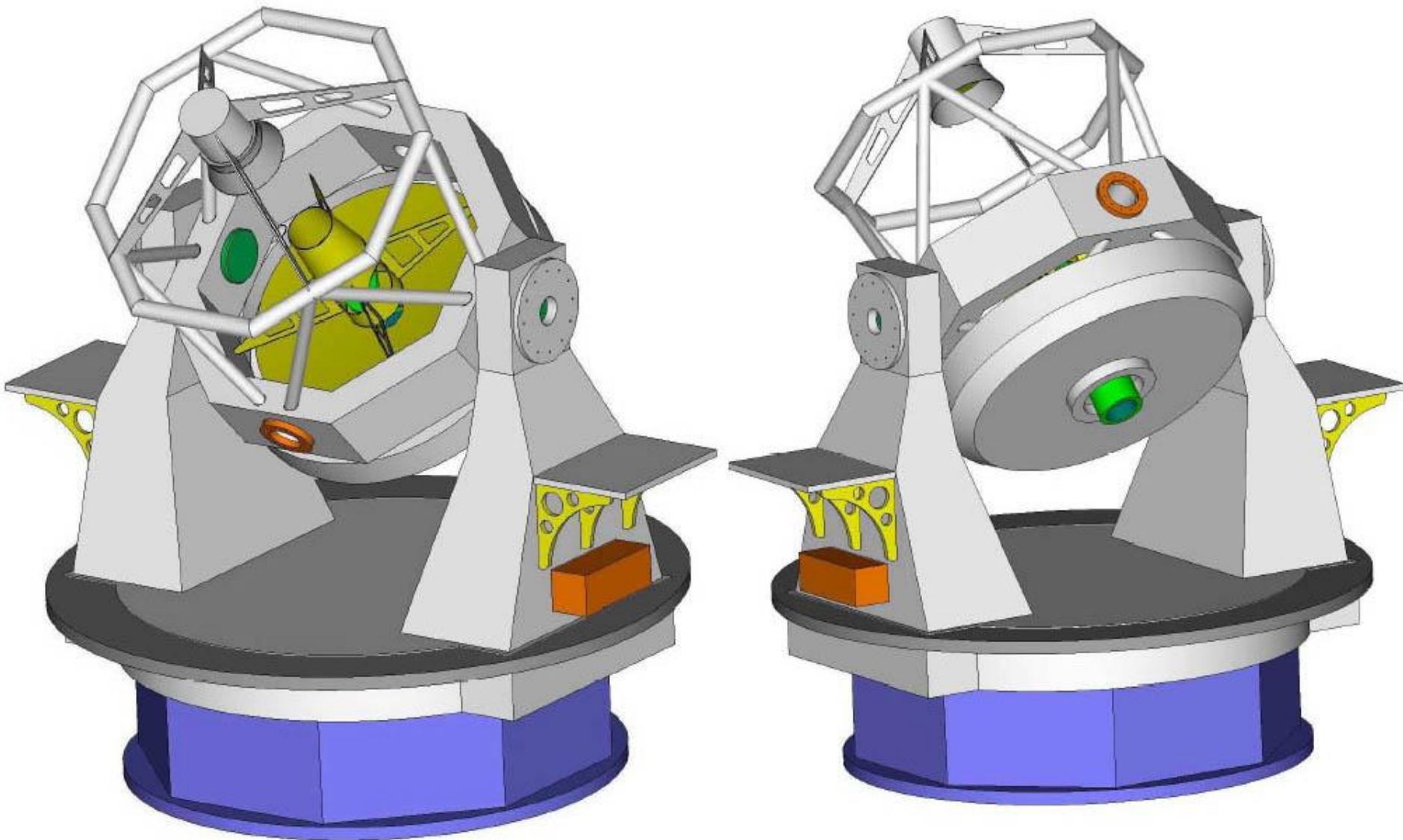
Зеркало  
3-метрового  
рефлектора  
Ликской  
обсерватории

*БТА  
САО РАН  
1976 г.*



**6 м  
1:4**

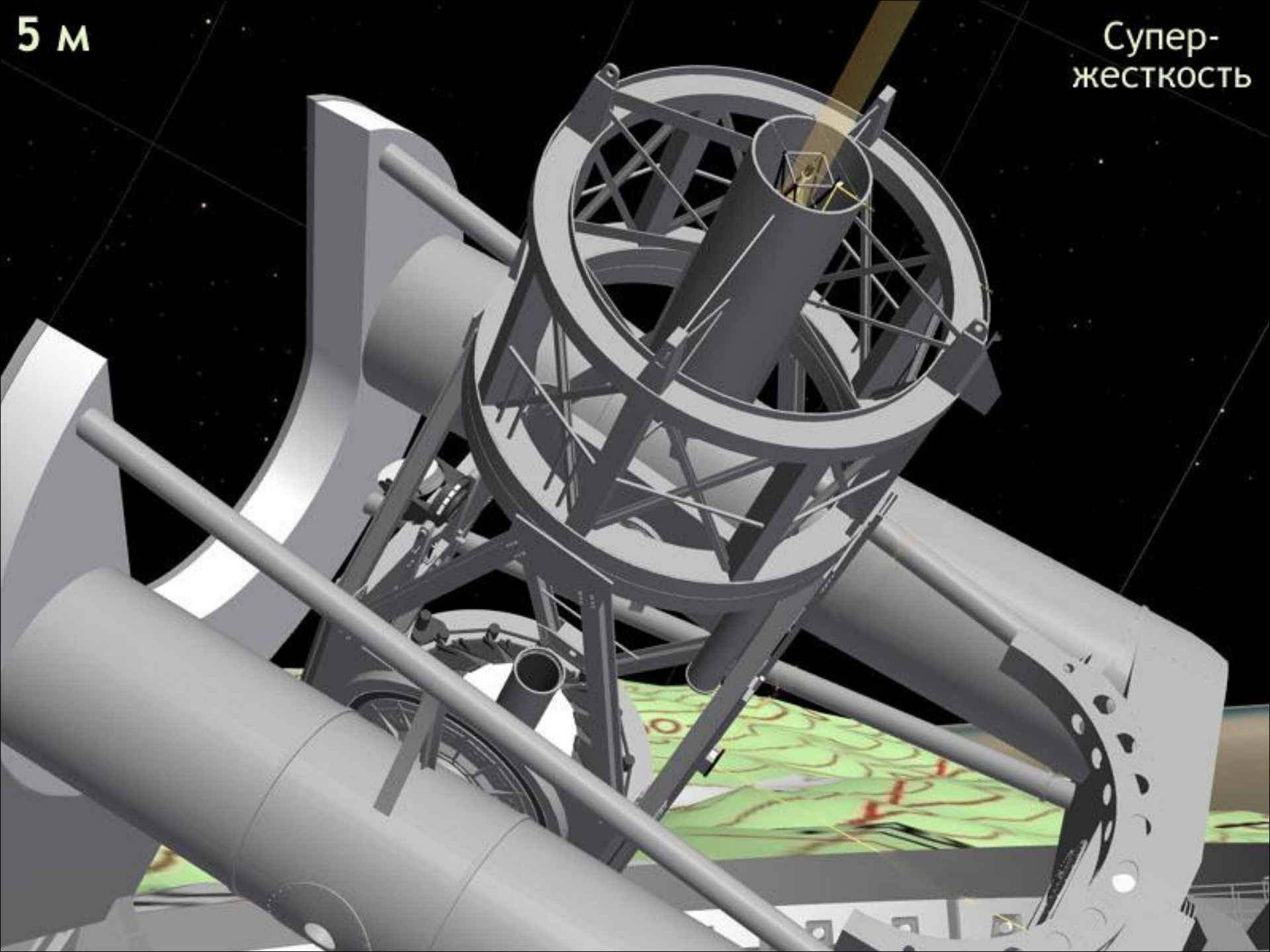




**Новый телескоп ГАИШ МГУ диаметром 2,5 м**

5 м

Супер-  
жесткость







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



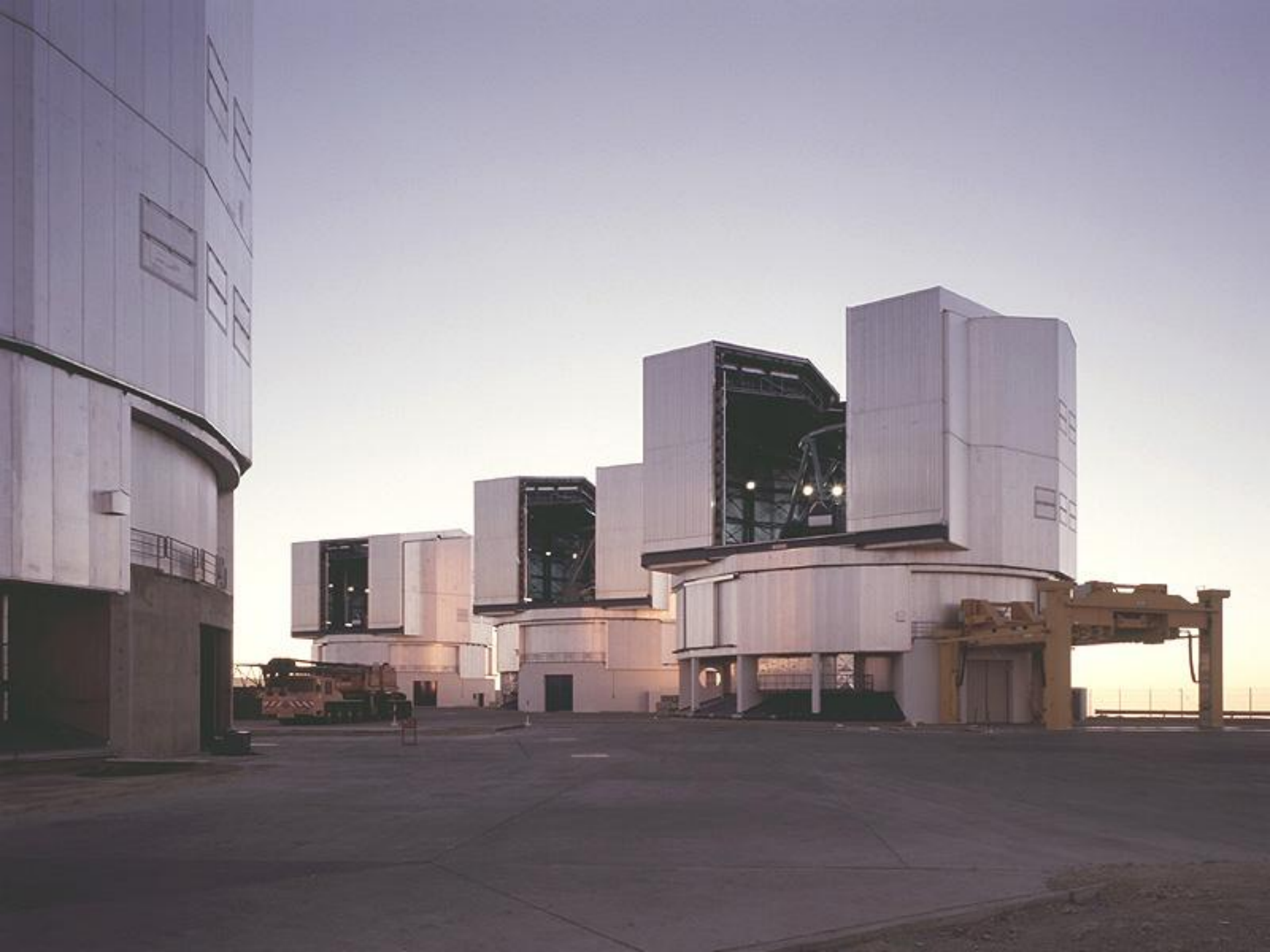


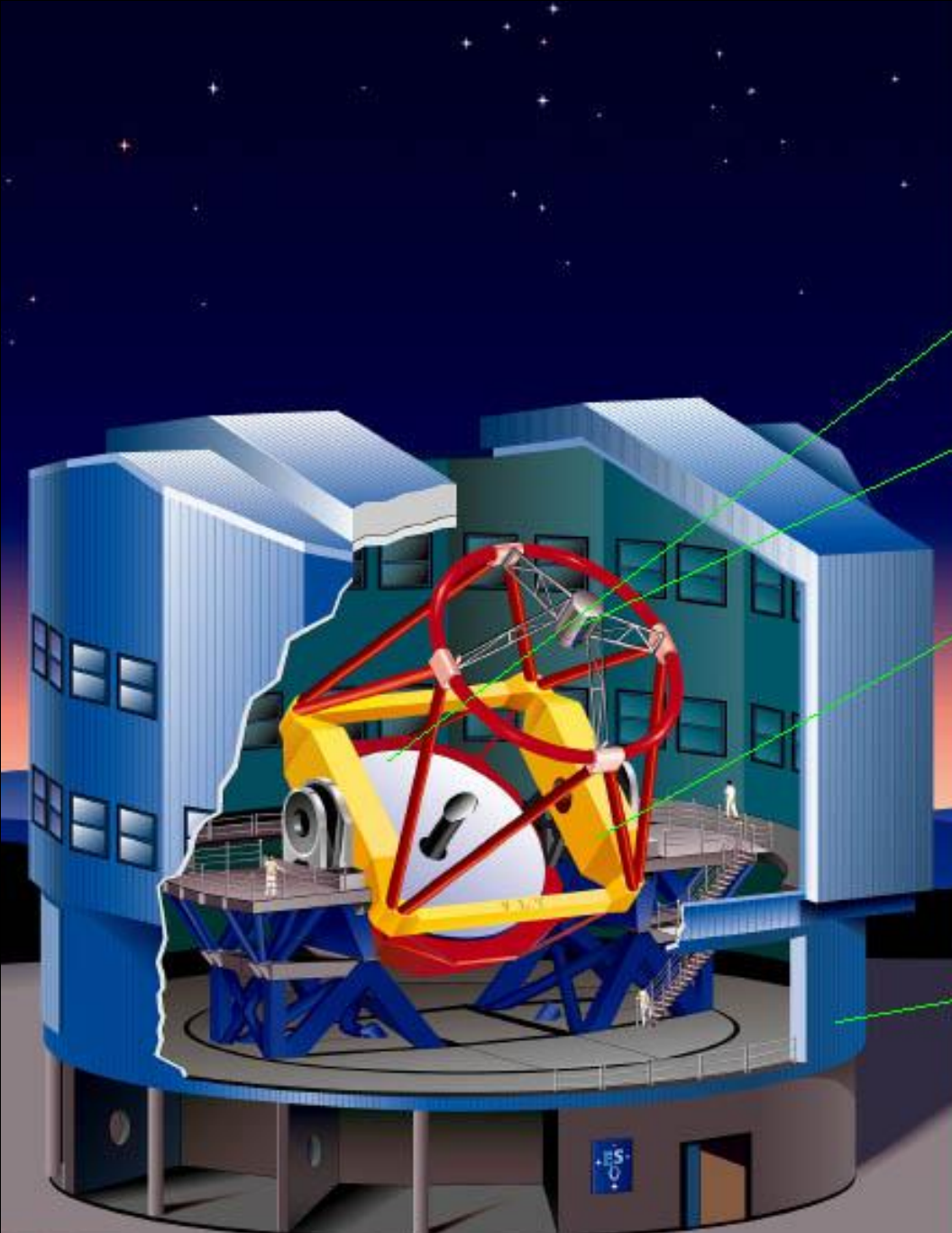












## Оптика

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