

# Астрофизическое оборудование

## 2. Расцвет астрофизики

Емельянов Эдуард Владимирович

Специальная астрофизическая обсерватория РАН  
Лаборатория обеспечения наблюдений

24 мая 2016 года



## 1 Появление телескопов

- Рефракторы
- Рефлекторы

## 2 Монтировки телескопов

- Экваториальная монтировка
- Альт-азимутальная монтировка

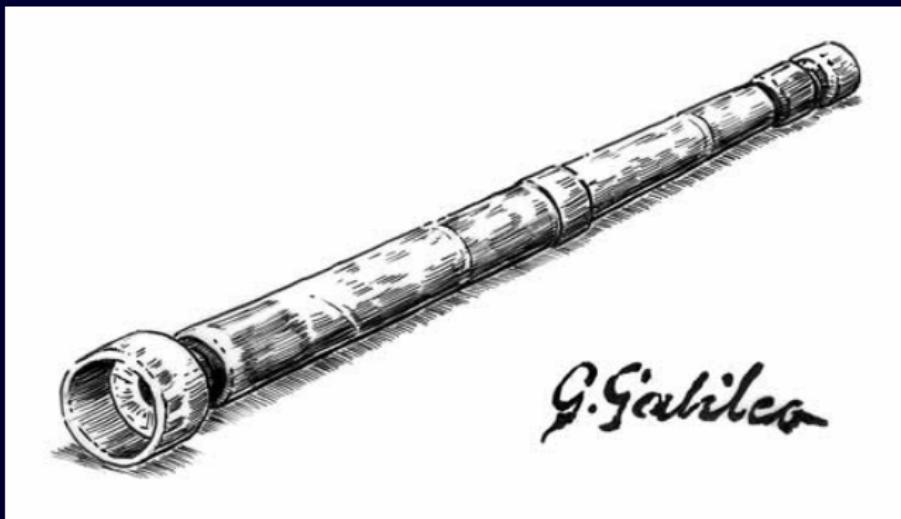
## 3 Астрофизика

- Фотометрия
- Спектроскопия

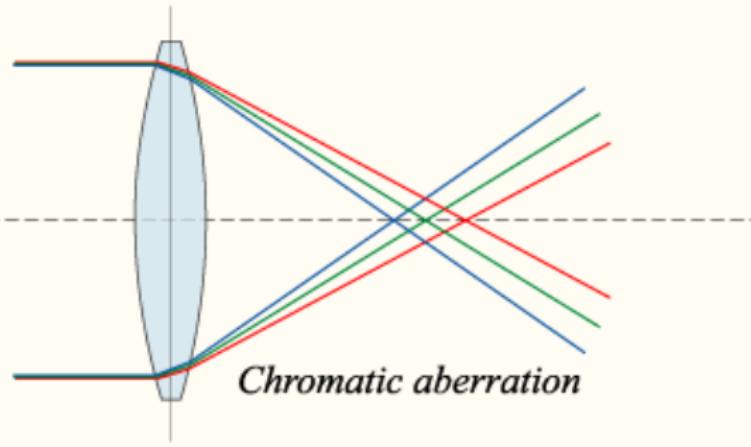


# Рефракторы

**Рефрактор** — оптический телескоп, в котором в качестве объектива выступает линза или система линз. Галилео Галилей, 1609 г.



# Аберрации



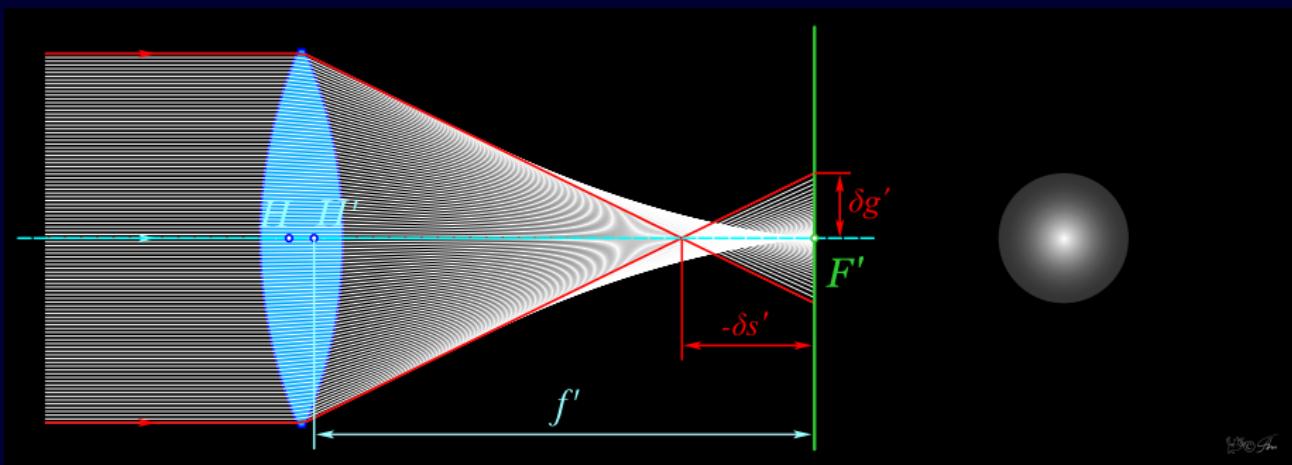
## Хроматическая аберрация

Невозможно построить однолинзовые объективы, лишенные хроматической аберрации.

# Аберрации

## Сферическая aberrация

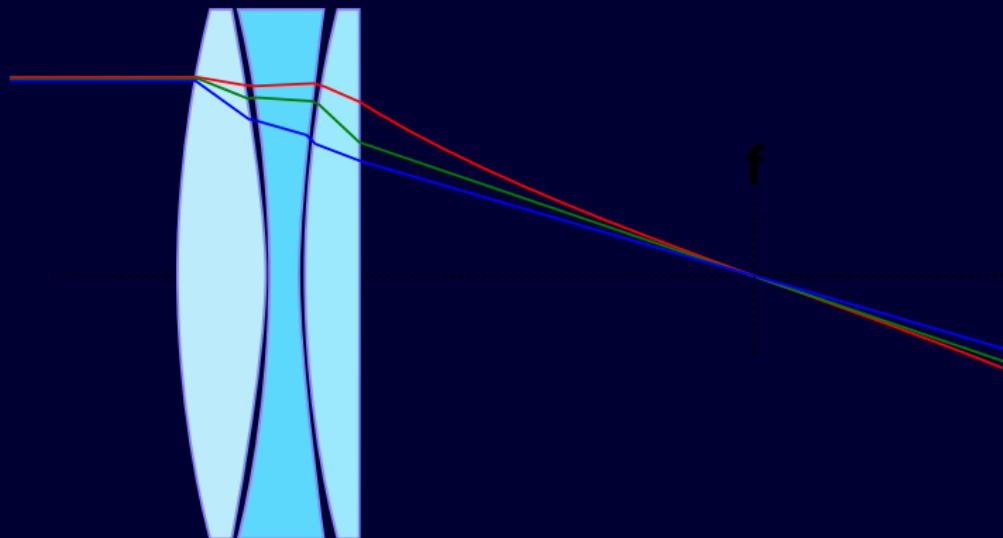
Свойственна толстым линзам.



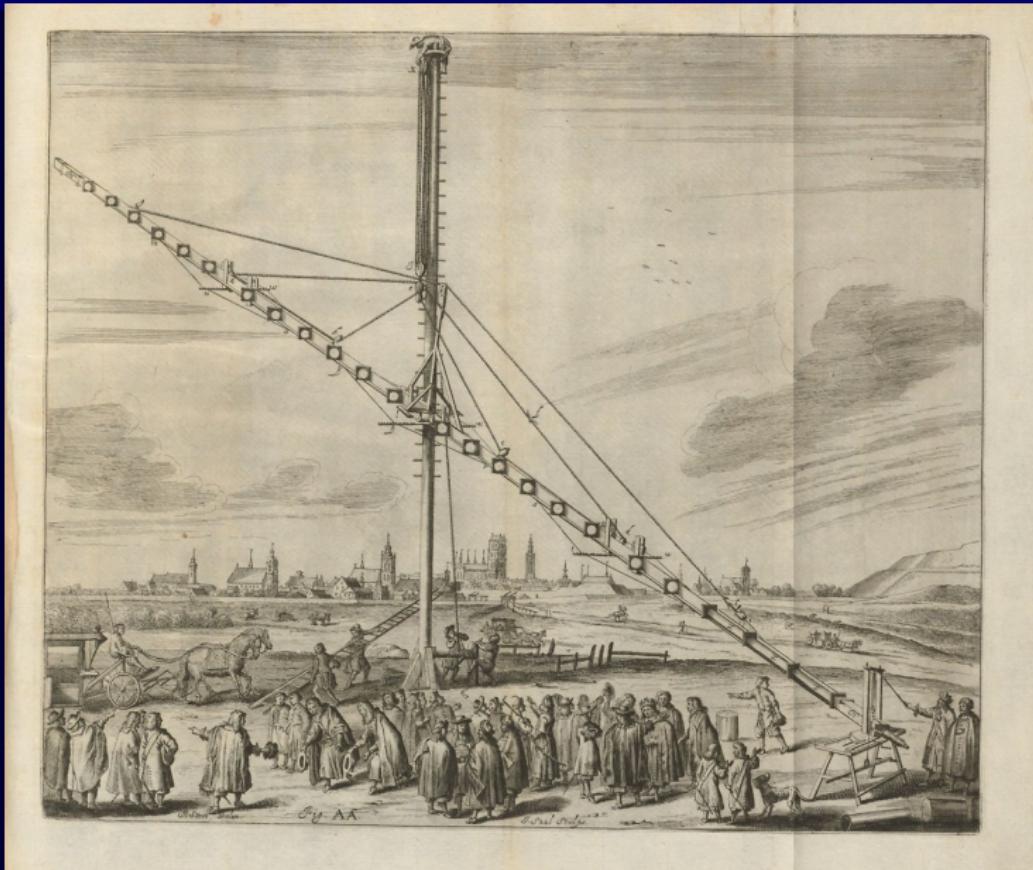
# Аберрации

## Апохромат

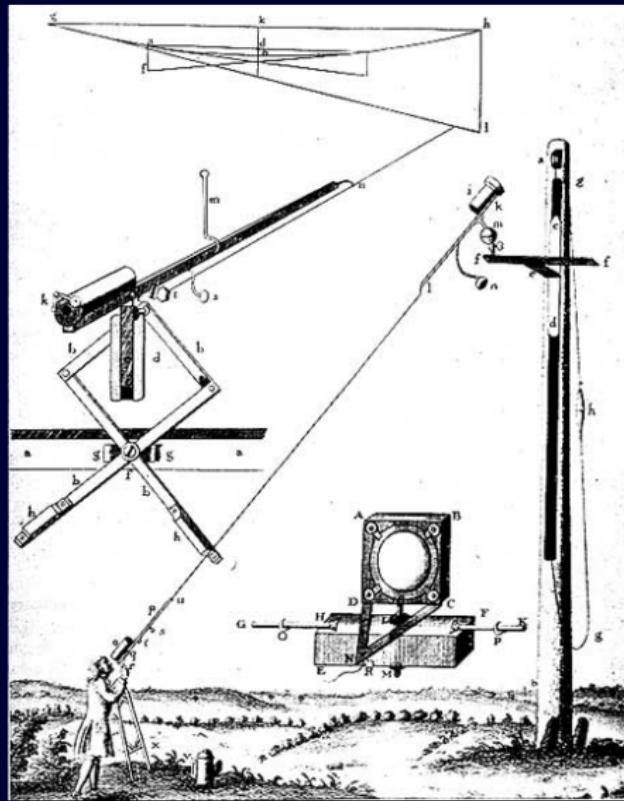
Коррекция сферической aberrации и хроматической для трех и более цветов



# Телескоп Яна Гевелия



# Христиан Гюйгенс



1655 — кольца Сатурна, Титан;  
1657 — маятниковые часы;  
1659 — туманность Ориона;  
1675 — часовая спираль.

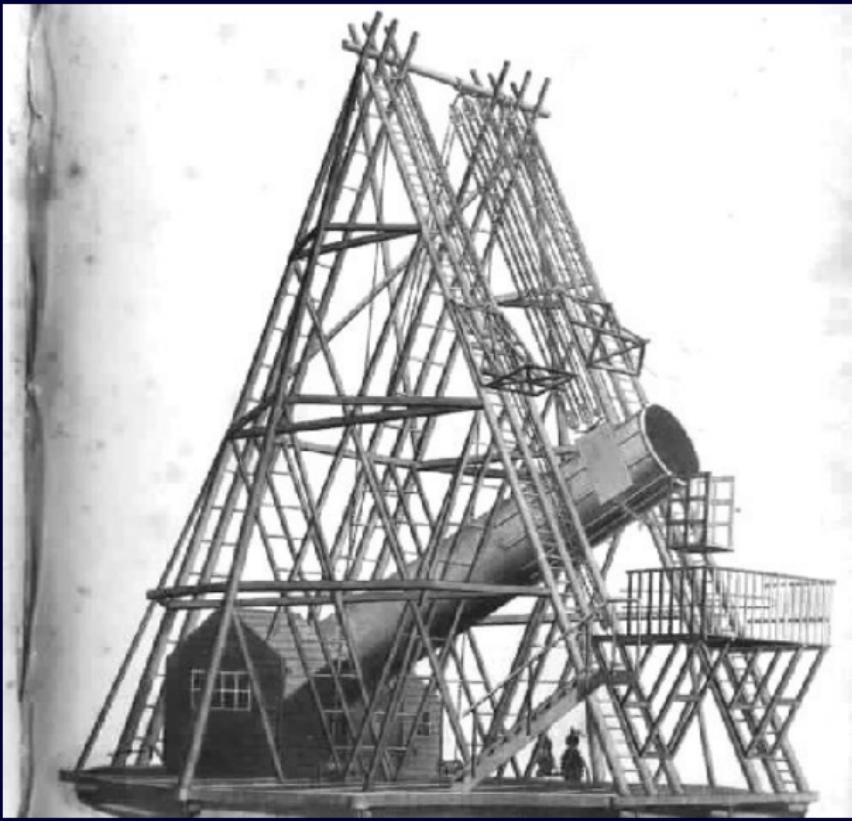
# Рефлекто́ры



**Рефлекто́р** — оптический телескоп, в котором в качестве объектива выступает зеркало.  
Исаак Ньютон, 1668.

1663 — система Грегори.  
1672 — система Кассегрена.  
1721 — рефлектор Хэдли на альт-азимутальной монтировке.

# Уильям Гершель, 1785



# Экваториальная монтировка



1824, Йозеф фон  
Фраунгофер

Телескоп обсерватории Тарту.  
Германская монтировка.

В 1853 г. Юстус фон Либих предложил метод выделения металлического серебра из раствора нитрата серебра для серебрения стекла. В 1856-57 гг. Карл Август фон Штайнхейль и Леон Фуко (независимо) впервые использовали этот метод.



## Телескоп Хукера

100 дюймов, 1917 г.  
Английская монтировка «с ярмом». Обсерватория Маунт Вилсон. Крупнейший до 1949 г.  
В 1935 г. серебряное покрытие сменено алюминиевым (Джон Донаван Стронг, калтех, 1932 г.).



### Zeiss-1000, Италия

Асимметрическая английска  
монтировка — фокус Куде.



## Телескоп Хейла

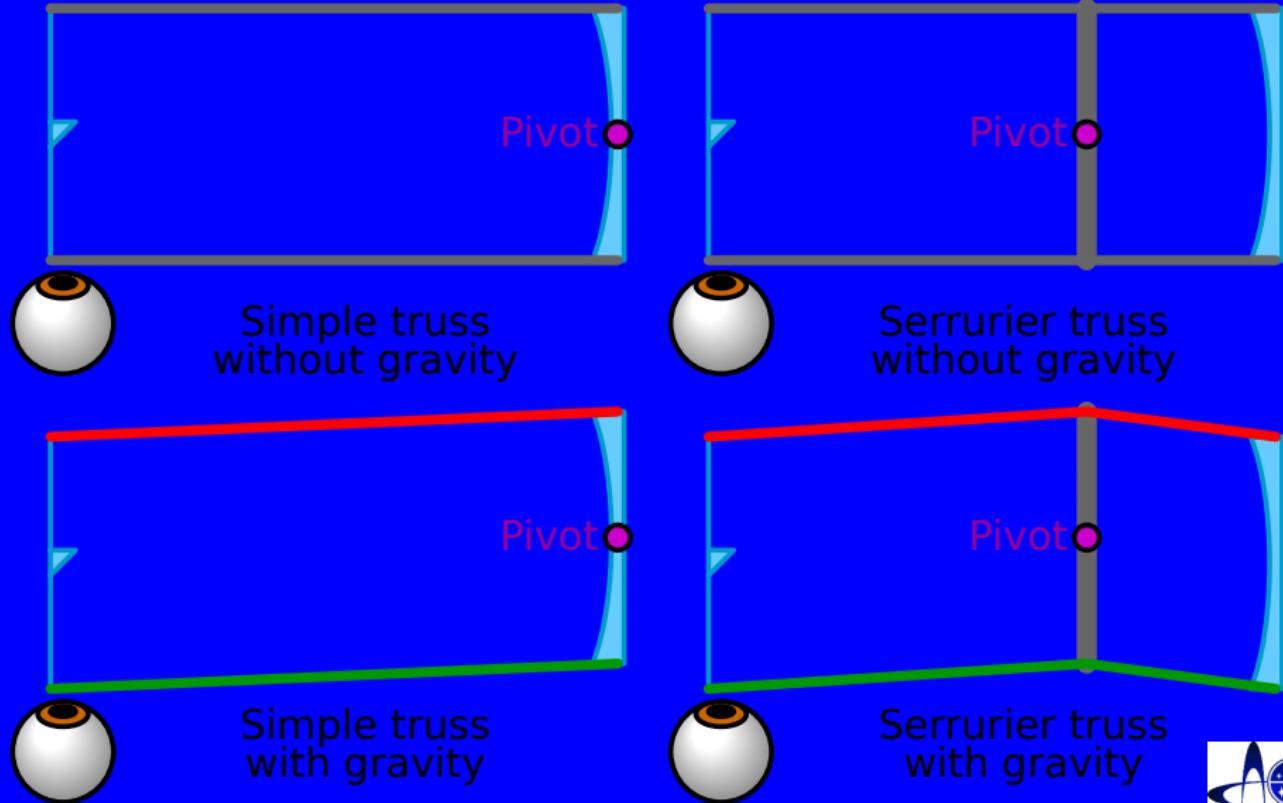
200 дюймов, 1949 г. Прямой фокус, Куде и Несмит.

Первый гидравлический подшипник. Пирексовое зеркало (14.5 тонн). Первая в мире труба Серрюрьера.

Полярная монтировка «седло».



# Труба Сerrюреa



# Альт-азимутальная монтировка



Timur Agirov, timag12.livejournal.com, agirov.com

# Астрофизика

**Астрофизика** — раздел астрономии, тесно переплетенный с химией и физикой. «It seeks to ascertain the nature of the heavenly bodies, rather than their positions or motions in space — what they are, rather than where they are» (1897, Джеймс Килер).

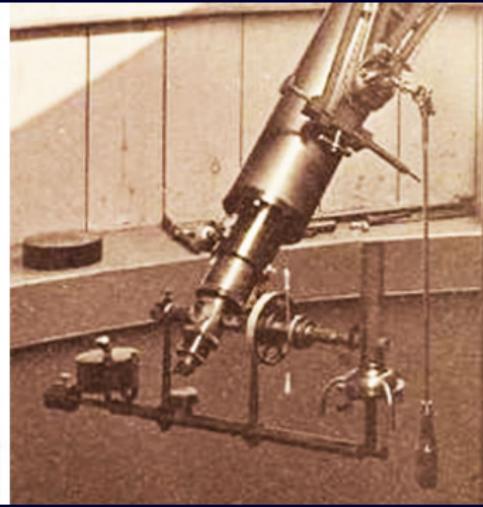
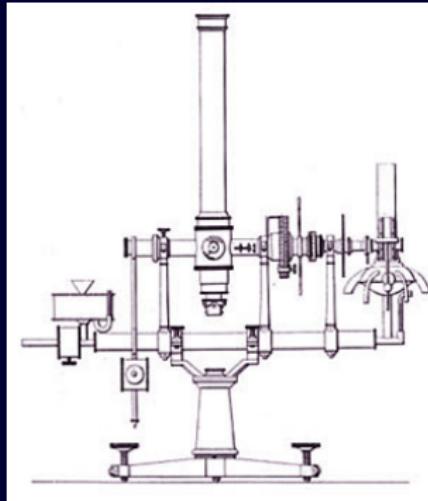
Основоположники — Вильям Хайд Волластон и Йозеф фон Фраунгофер. Сам термин «астрофизика» предложен Иоганном Карлом Фридрихом Цёлльнером (известен по точной фотометрии) в 1865 г. Астрофизика делится на наблюдательную и теоретическую, находящиеся в тесной взаимосвязи.



# Фотометрия

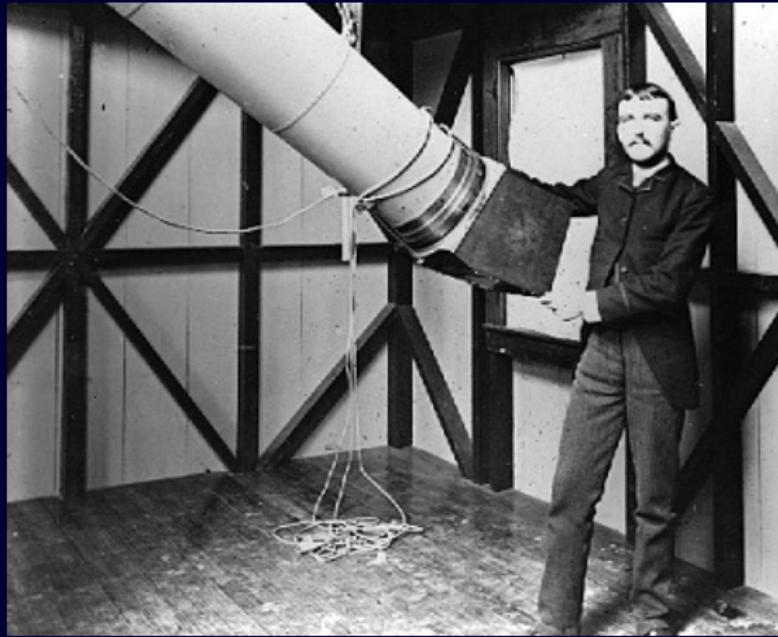
## Фотометр Цёлльнера

1861 г. — первый фотометр с эталонным источником. Газовая горелка, призмы Волластона, плоскопараллельная пластинка.



# Фотография

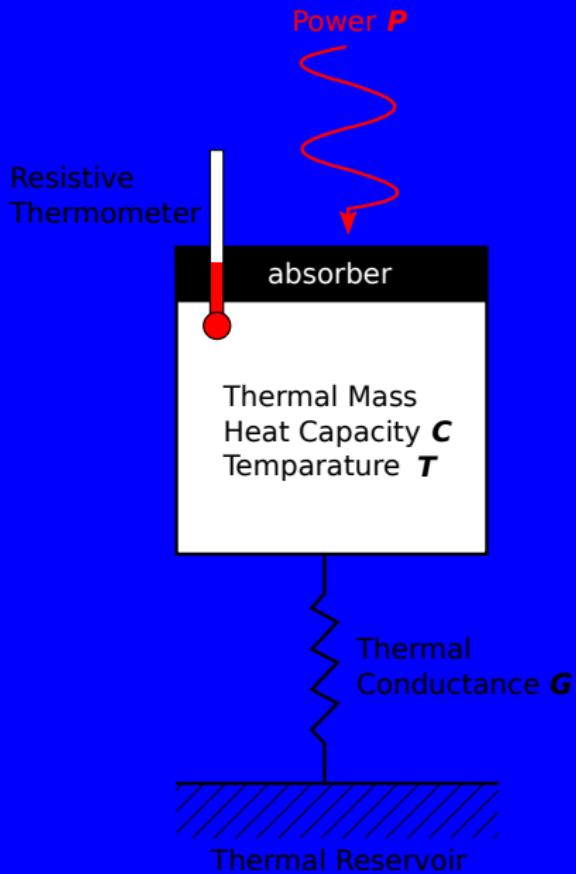
В 1822 г. Нисефор Ньепс изобрел гелиографию. Луи Дагер в 1837 г. разработал дагеротипию. 1840 г Джон Уильям Дрэпер (отец Генри Дрэпера) — первое астрофото Луны.





Эндрю Эйнсли Камэн (Andrew Ainslie Common),  
1883 г. — туманность Ориона.





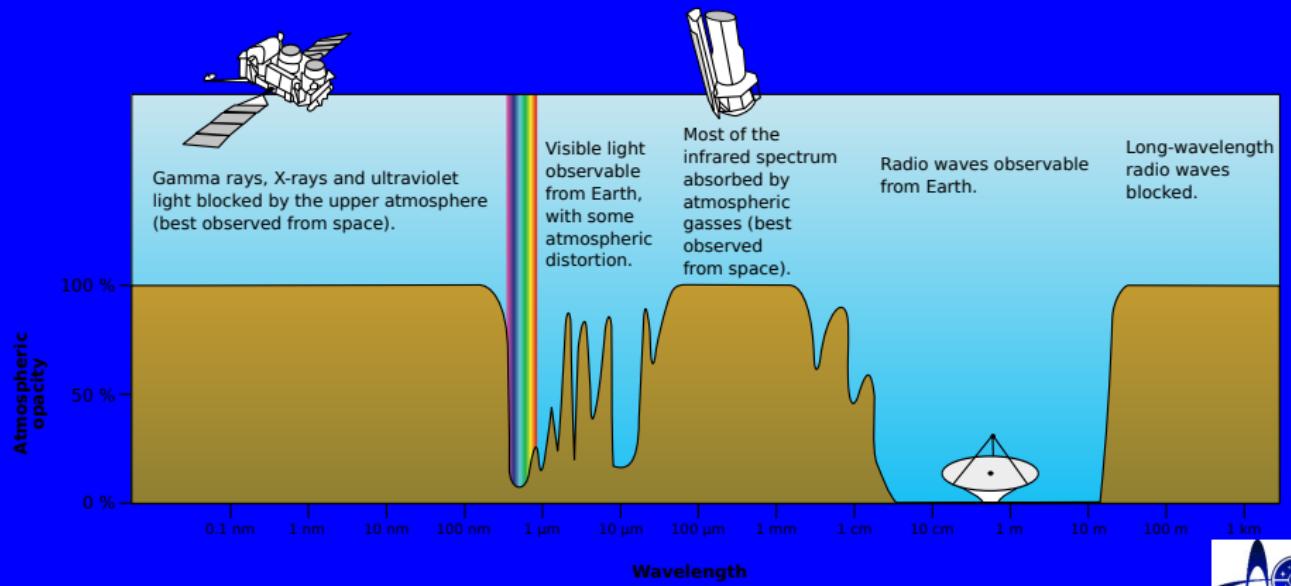
1878 г. Сэмюэль Лэнгли изобрел болометр: две платиновые полоски, зачерненные ламповой сажей, включенные по схеме моста Уитсона и подключенные к чувствительному гальванометру. Болометр Лэнгли чувствовал корову за милю! Расширение диапазона до ИК.



# Спектроскопия

## Земная атмосфера

Наземная астрофизика сильно сжата в спектральном диапазоне земной атмосферой.



# Йозеф фон Фраунгофер



В 1860 г. Густав Кирхгофф и Роберт Бунзен обнаружили, что многим темным фраунгоферовым линиям соответствуют светлые линии спектров сжигаемых металлов. Кирхгофф объяснил происхождение фраунгоферовых линий поглощением света в атмосфере Солнца.

В 1868 г. Норман Локьер (пионер археоастрономии) и Пьер Жансен обнаружили гелий.

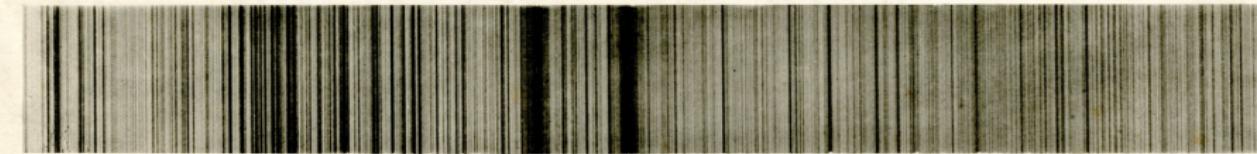
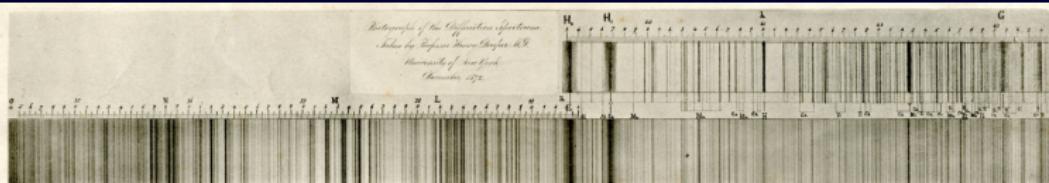
Спектральные наблюдения с использованием призмы проводил еще Исаак Ньютона в 1666–1672 гг., он и предложил термин «спектр».

Применение спектрального анализа к звездам начато работами Анджело Секки (ватиканская обсерватория) и Уильяма Хаггинса (частная обсерватория в Англии) в 1863 г. Секки первым доказал, что Солнце — звезда, первым предложил спектральную классификацию (4 класса).



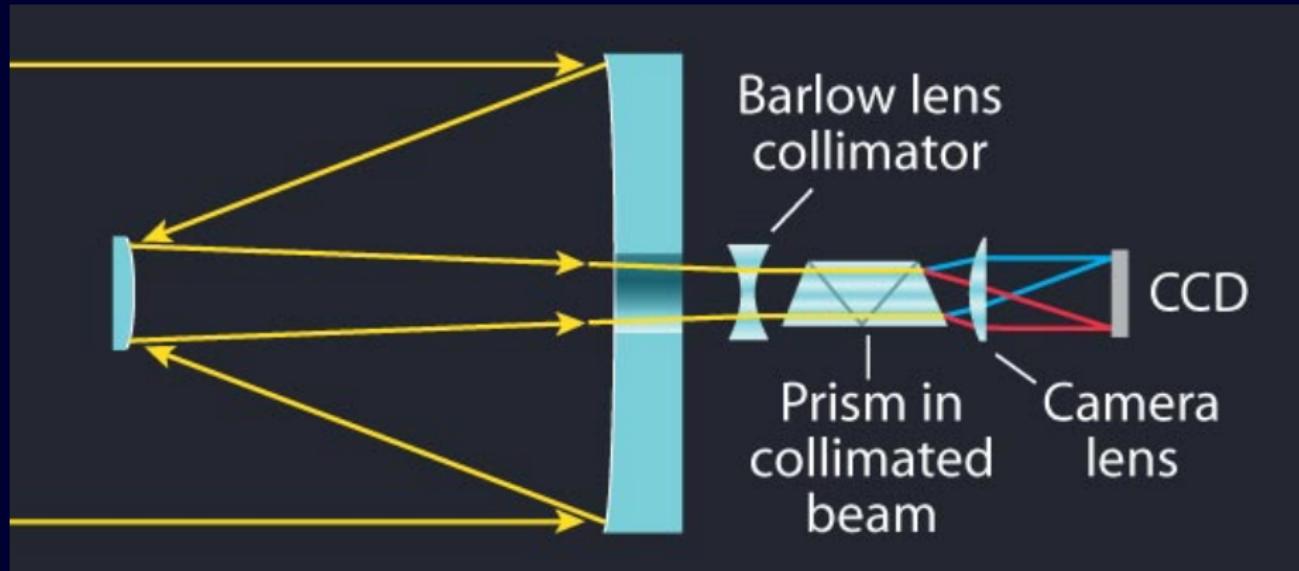
# Генри Дрэпер

1872, первый спектр Веги на фотопластинке. С 1918 по 1924 г. вышел каталог HD в честь Дрэпера (изначально 225300 звезд, Эдвард Пикеринг сотоварищи, наблюдения в гарвардской обсерватории с объективной призмой).

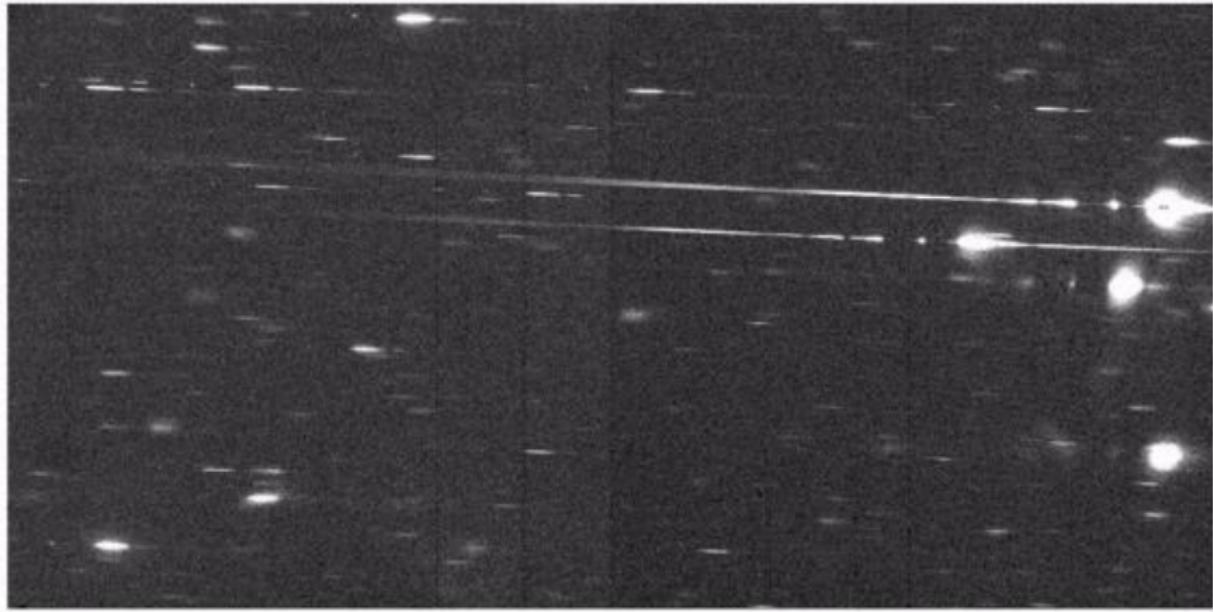


# Бесщелевые спектры

Николас Мейол, 1930-е.



# Бесщелевые спектры



## Дифракционная решетка

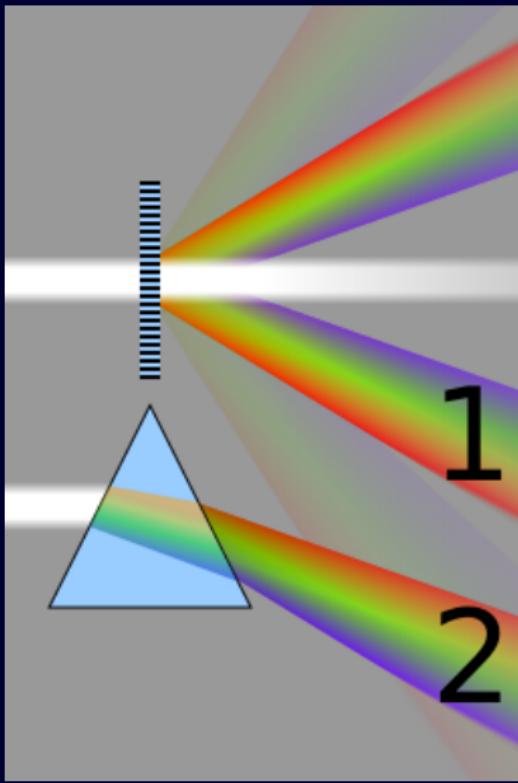
Середина 18 века, Джеймс Грегори — принцип построения дифракционной решетки.

1785, Дэвид Риттенхаус (Филадельфия) — первая дифракционная решетка (почти 4 линии на мм). Аналог — Йозеф Фраунгофер, 1821 г.

Нарезные решетки. Предел — около 4.7/мм (1899, Генри Джозеф Грейсон).



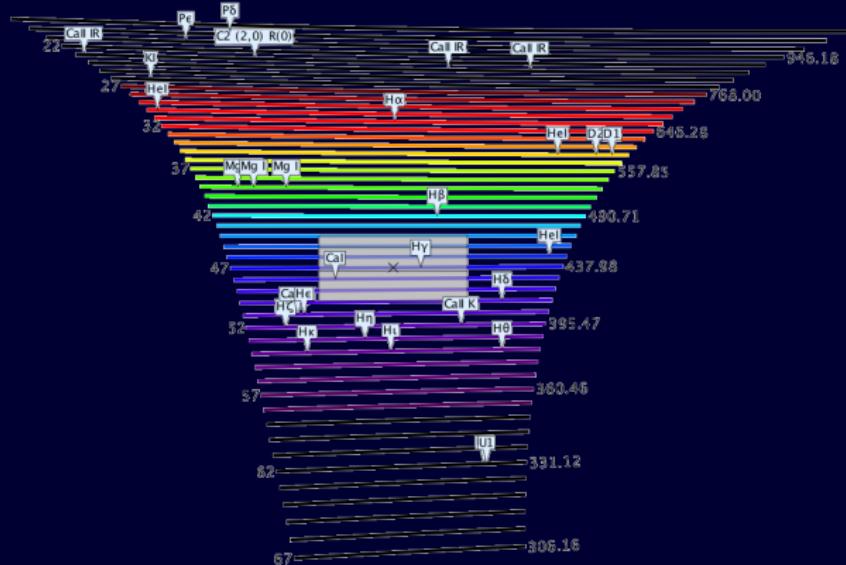
# Дифракция и дисперсия



Эшелле

1898, Альберт Михельсон (стопка тонких зеркал). 1923 — первый эшелле-спектрограф.

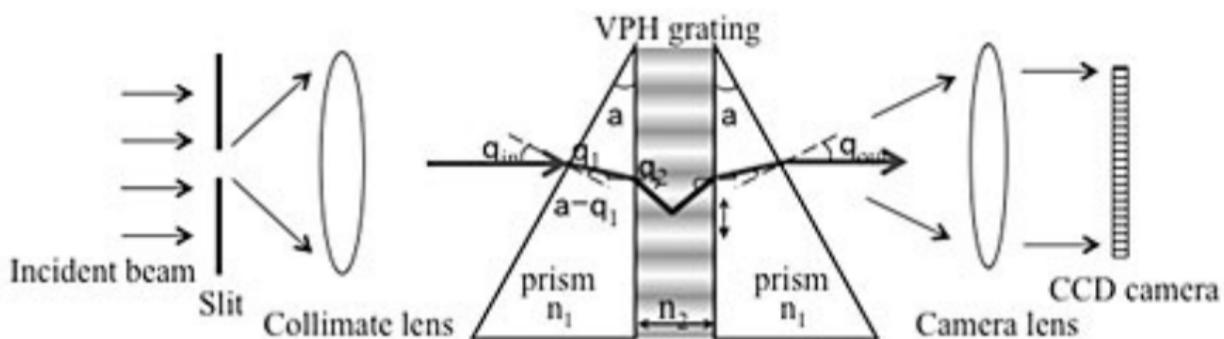
Автоколлимационная конфигурация Литтрова (Йозеф Йоханн фон Литтров), угол блеска больше  $45^\circ$  ( $\theta_B = \arcsin \frac{m\lambda}{2d}$ ). Кросс-дисперсия.



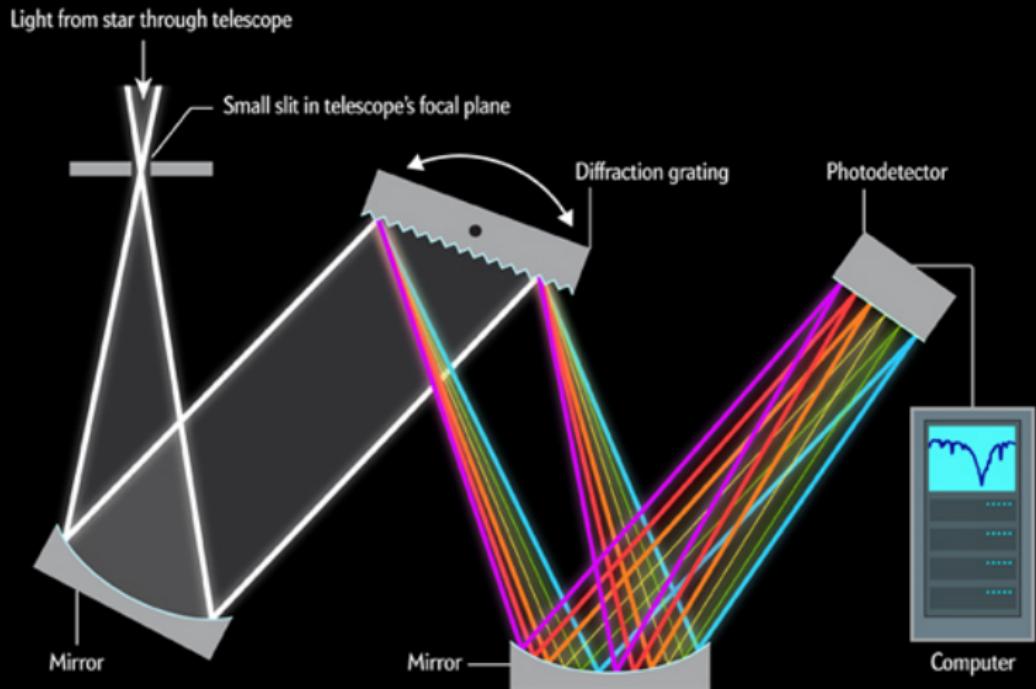
ОФГР

Дифракция Брэгга:  $2d \sin(\theta + \phi) = m\lambda$ ,

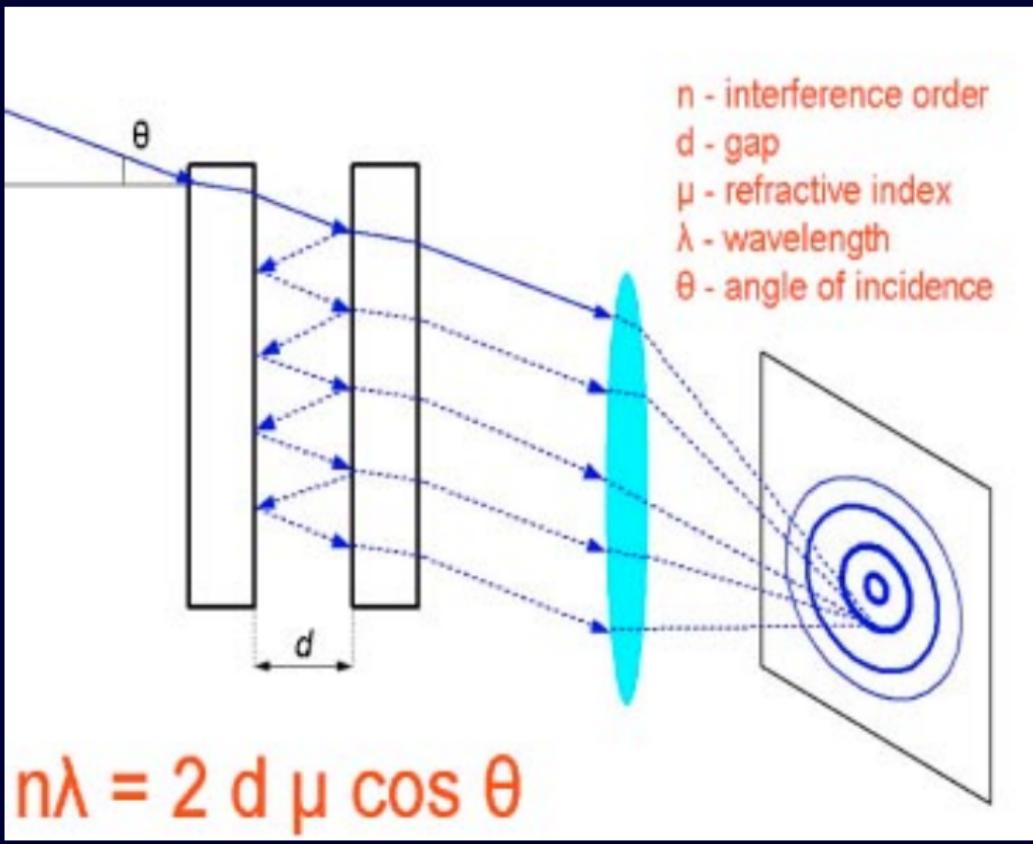
Периодическая структура изменяющегося показателя преломления.  $1/d$  до 6000!  $d < \lambda!!!$



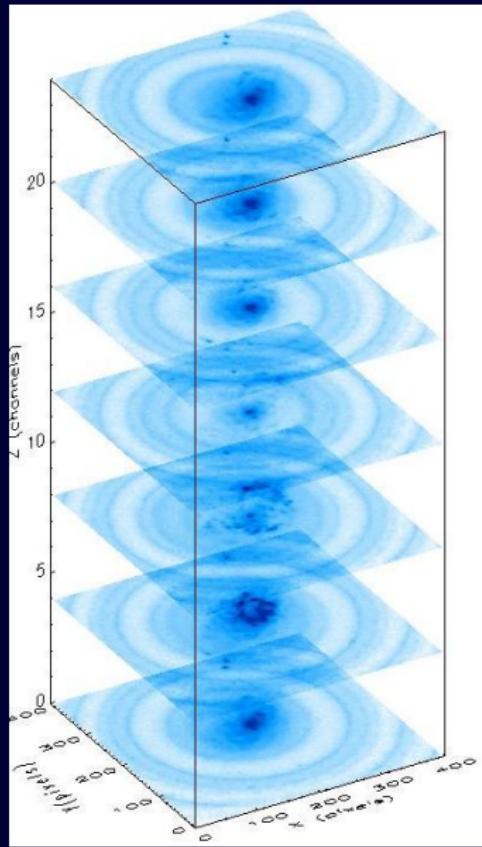
# Спектрограф

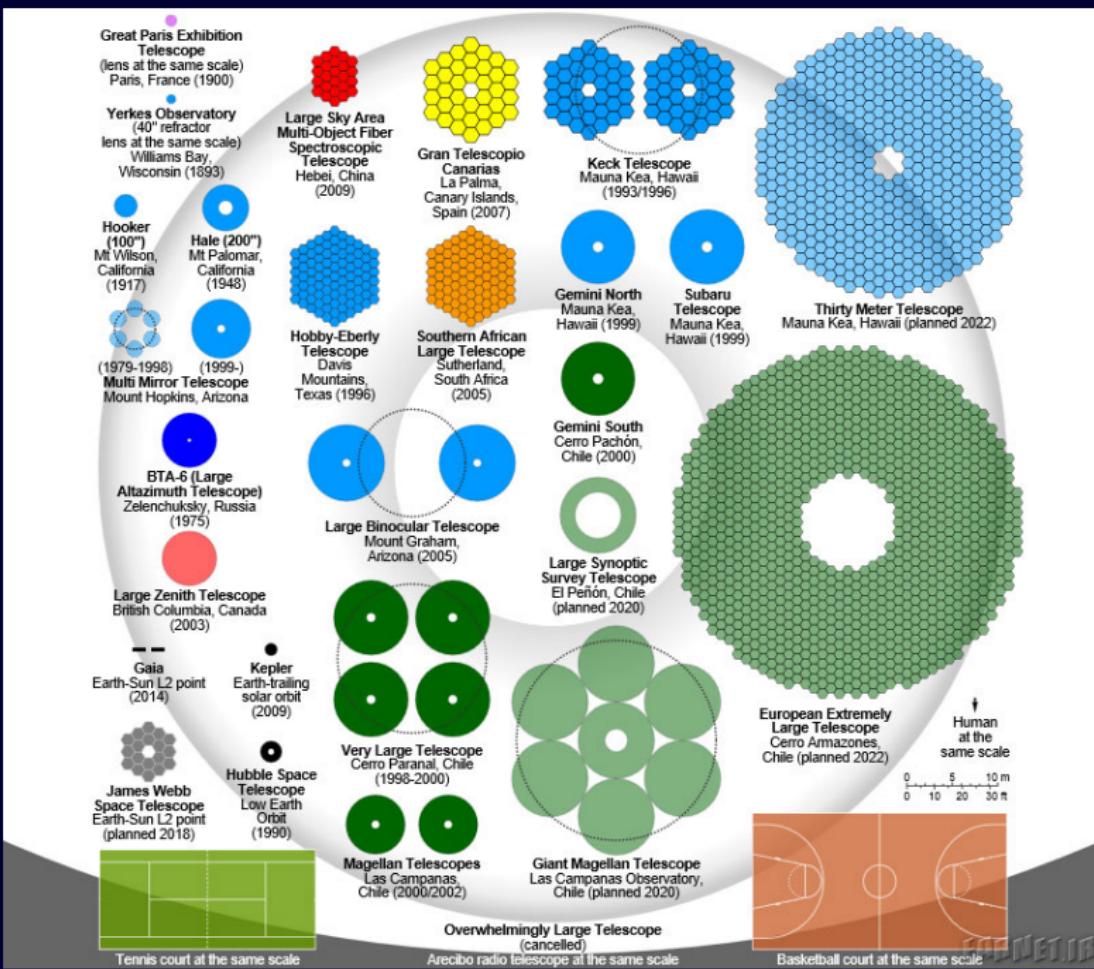


# Интерферометр Фабри–Перо



# Интерферометр Фабри–Перо





# Спасибо за внимание!

[mailto](mailto:)

[eddy@sao.ru](mailto:eddy@sao.ru)

[edward.emelianoff@gmail.com](mailto:edward.emelianoff@gmail.com)