

Астрономические наблюдения из космоса



Сергей Попов

Наблюдать из космоса дорого



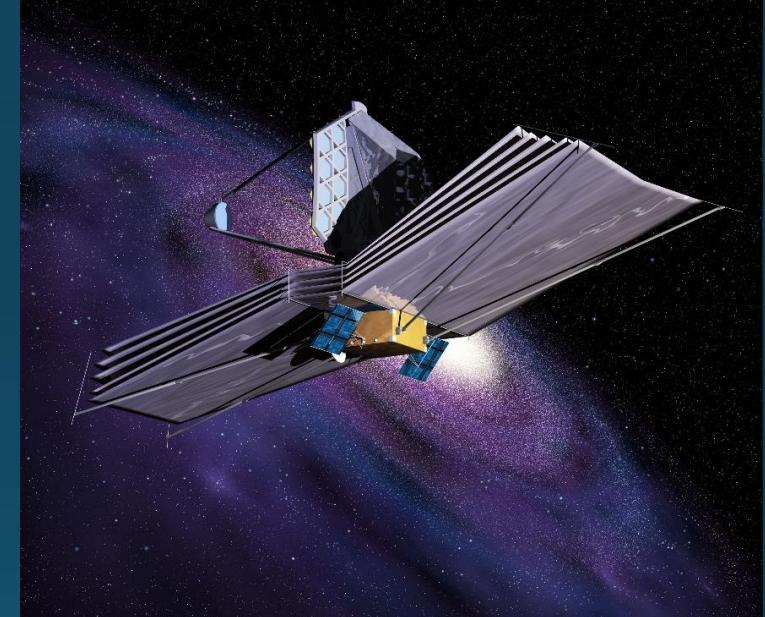
**Космический телескоп
имени Хаббла (США)**

*Стоимость: около \$6 млрд.
\$10 млрд с учетом эксплуатации.*



**Рентгеновский спутник
«Чандра» (США)**

Стоимость: около \$2,8 млрд.



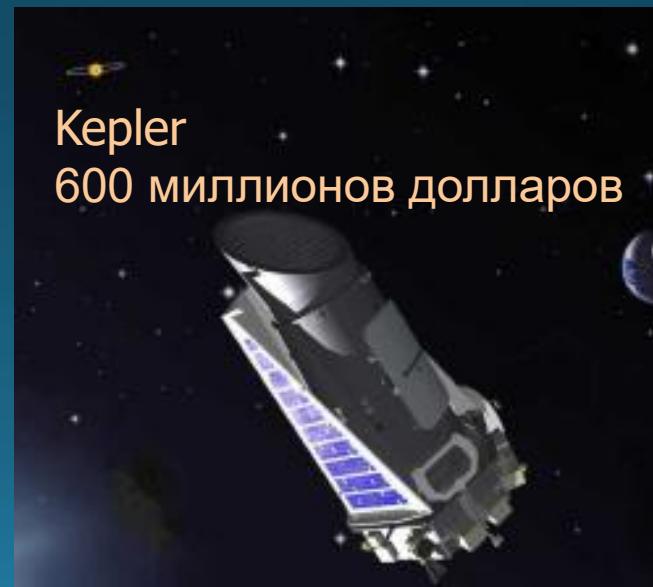
**Космический телескоп
имени Джеймса Вебба (США)**

*Стоимость создания: > \$5 млрд.
Стоимость десятилетней
эксплуатации: > \$1 млрд.*

Сравним.....



1	<i>Pirates of the Caribbean: On Stranger Tides</i>	2011	\$378.5
2	<i>Pirates of the Caribbean: At World's End</i>	2007	\$300
3	<i>Avengers: Age of Ultron</i>	2015	\$279.9
4	<i>John Carter</i>	2012	\$263.7
5	<i>Tangled</i>	2010	\$260
6	<i>Spider-Man 3</i>	2007	\$258
7	<i>Harry Potter and the Half-Blood Prince</i>	2009	\$250
	<i>The Hobbit: The Desolation of Smaug</i>	2014	\$250
9	<i>Spectre</i>	2015	\$245
10	<i>Avatar</i>	2009	\$237
11	<i>The Dark Knight Rises</i>	2012	\$230
	<i>The Chronicles of Narnia: Prince Caspian</i>	2008	\$225
	<i>The Lone Ranger</i>	2013	\$225
12	<i>Pirates of the Caribbean: Dead Man's Chest</i>	2006	\$225
	<i>Man of Steel</i>	2013	\$225
	<i>The Hobbit: The Desolation of Smaug</i>	2013	\$225
17	<i>The Avengers</i>	2012	\$220
18	<i>Men in Black 3</i>	2012	\$215
	<i>Oz the Great and Powerful</i>	2013	\$215



Kepler
600 миллионов долларов

Наблюдения из космоса



Наблюдения в диапазонах спектра, в которых земная атмосфера непрозрачна



Всегда хорошая погода



Высокое качество изображения: картинка «не дрожит» и звезды «не мерцают»

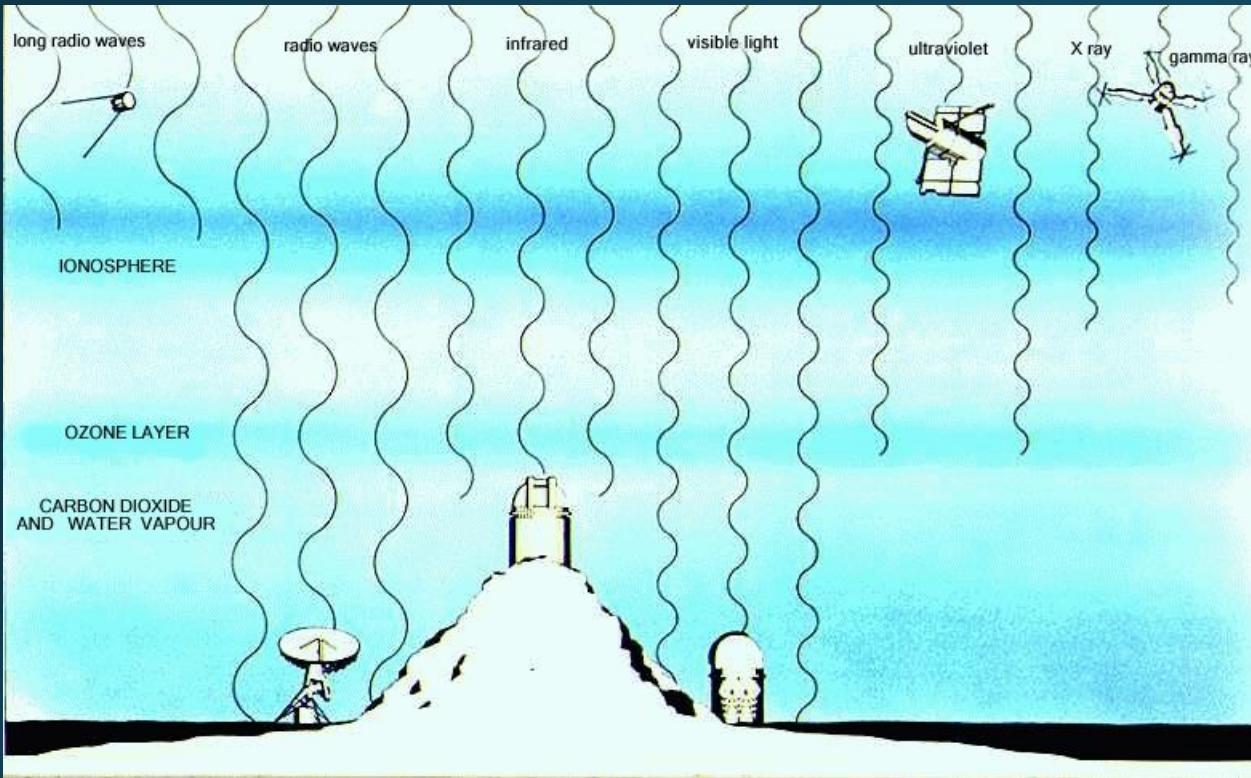


Доступно все небо



Возможно создание установок очень большого размера

Наблюдения из космоса

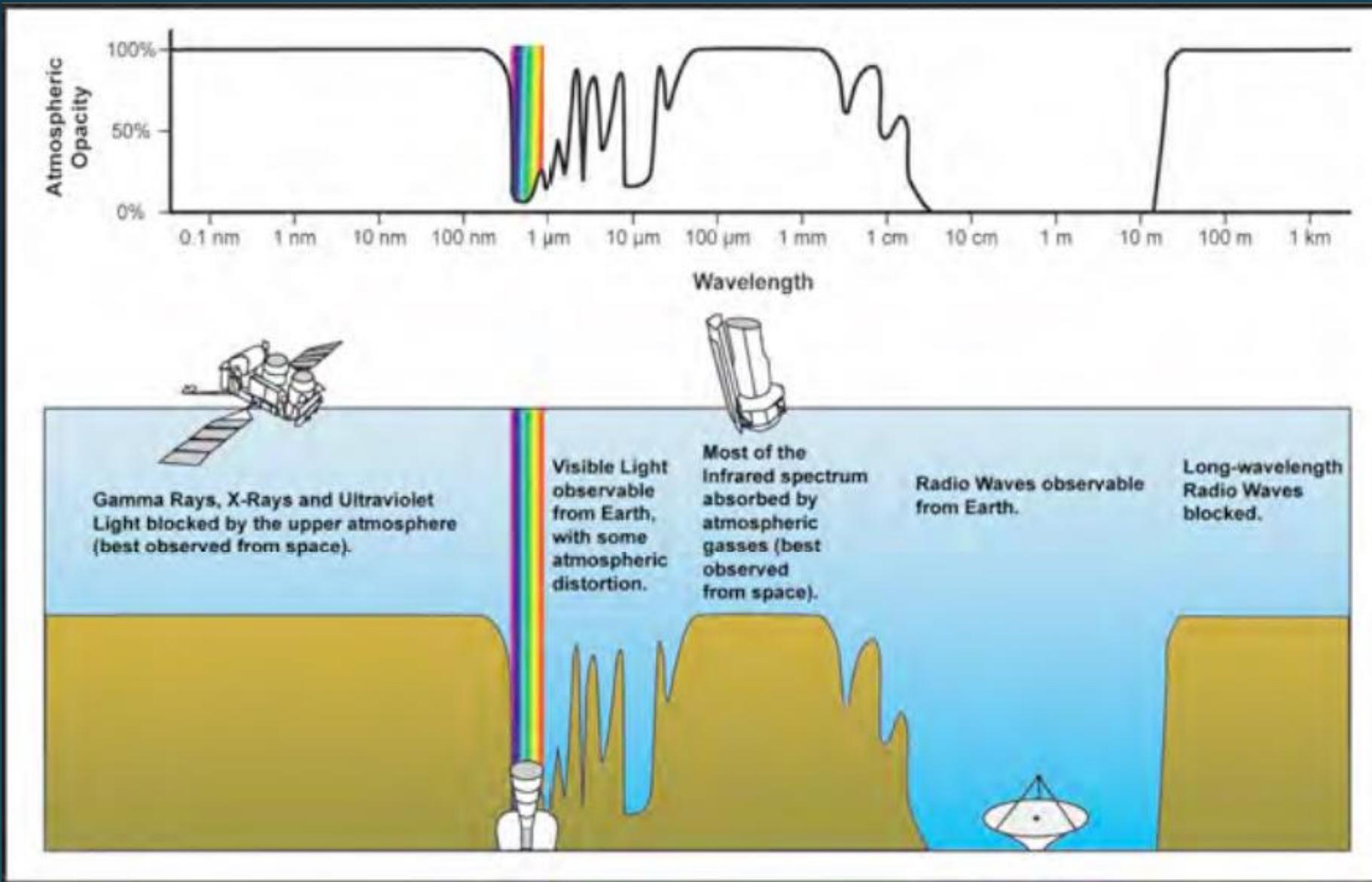


Поглощение

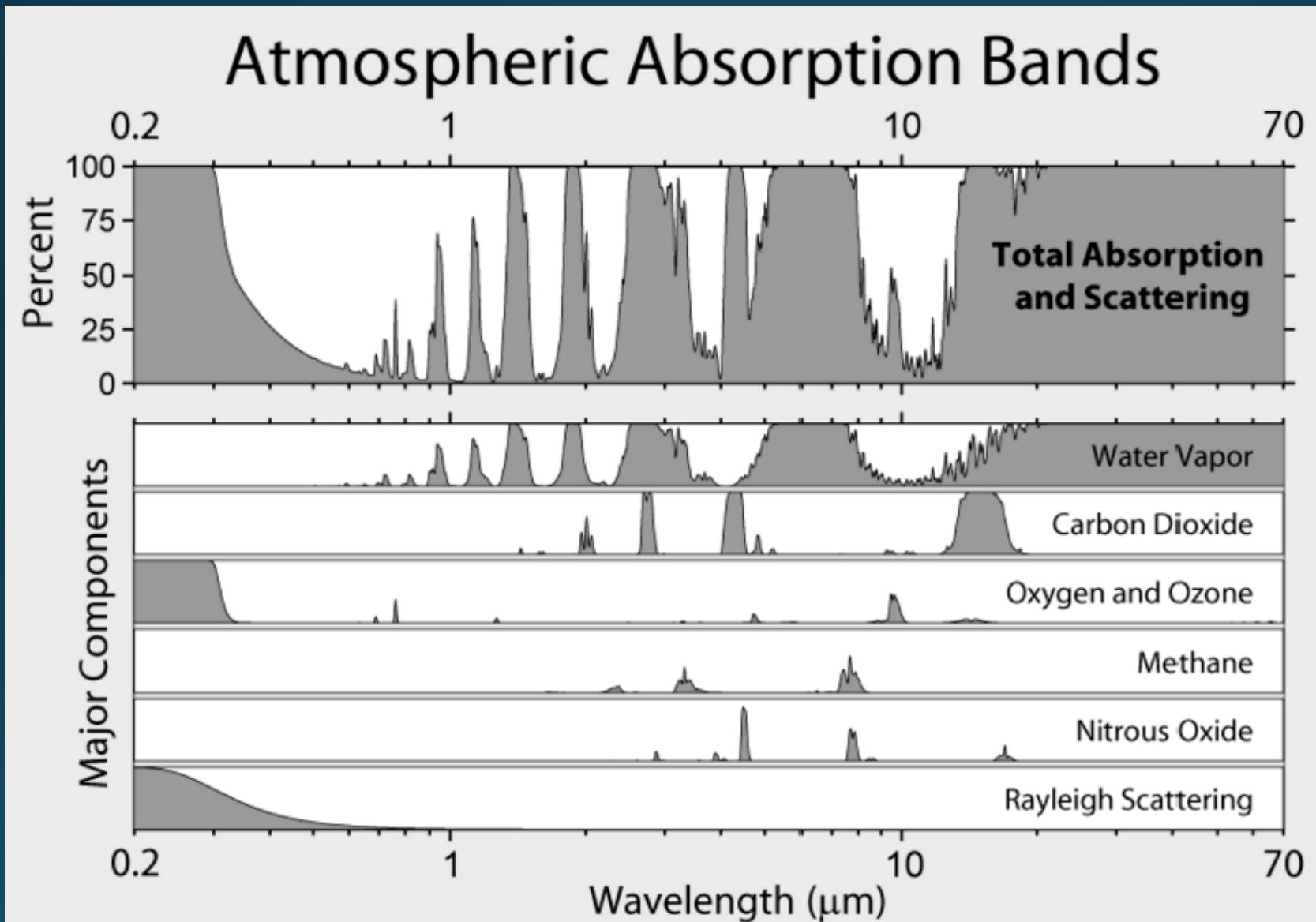


Мерцание

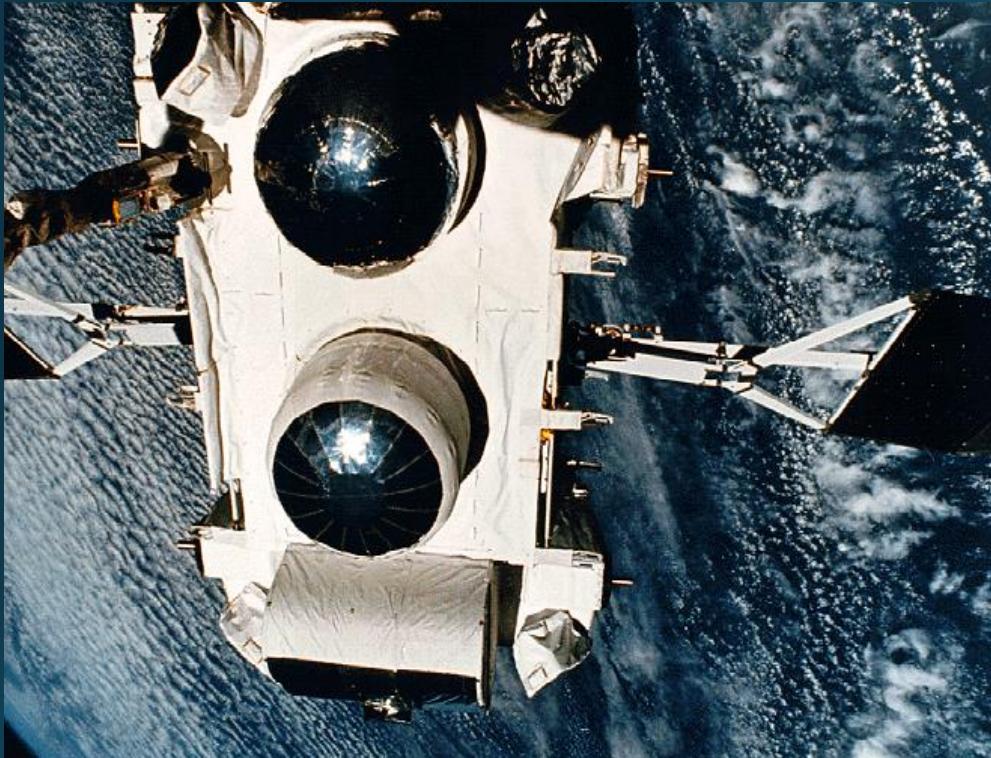
Поглощение в атмосфере



Поглощение в УФ и ИК



Гамма-астрономия в космосе



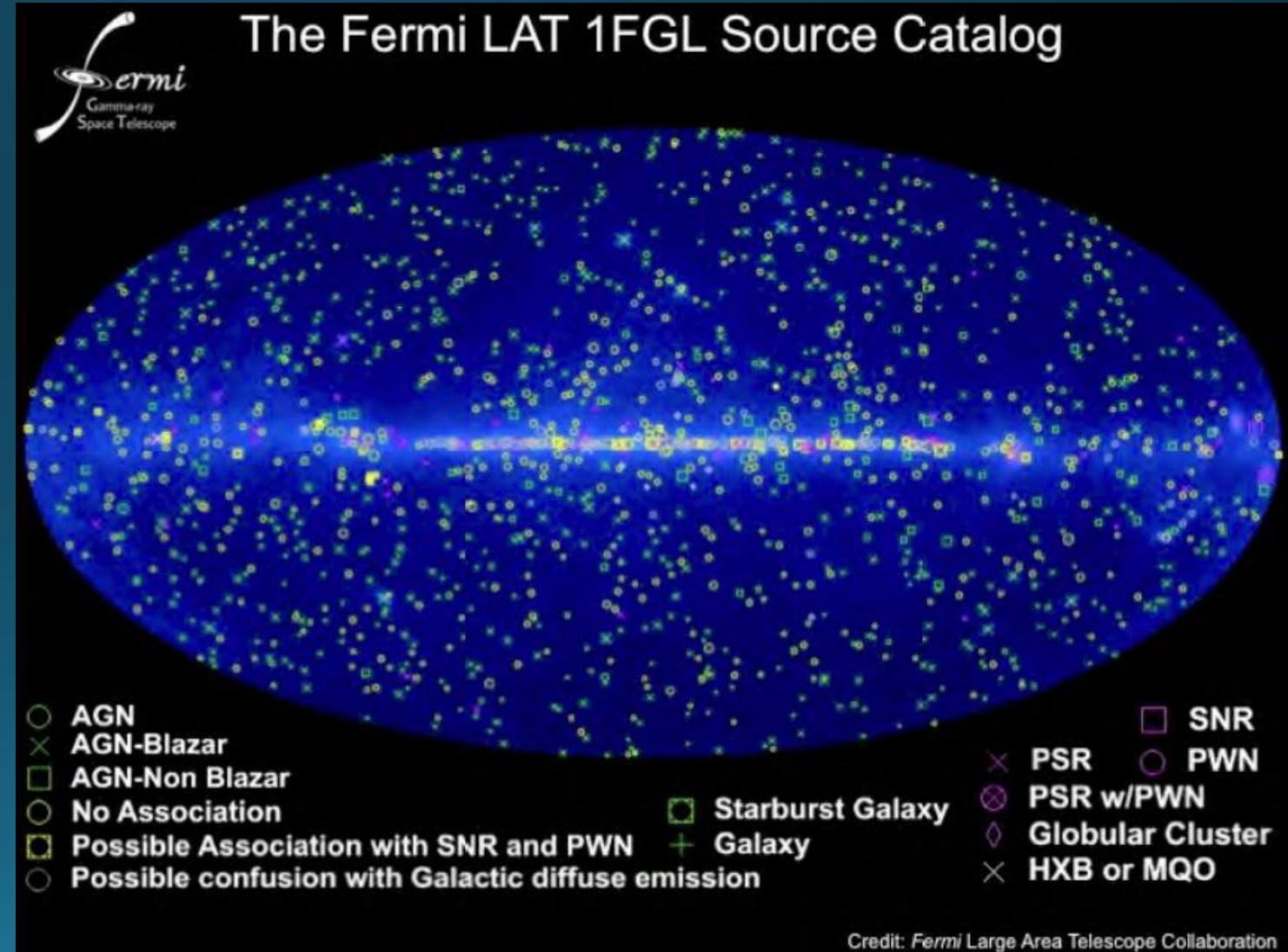
Комptonовская гамма обсерватория

Самое жесткое излучение.

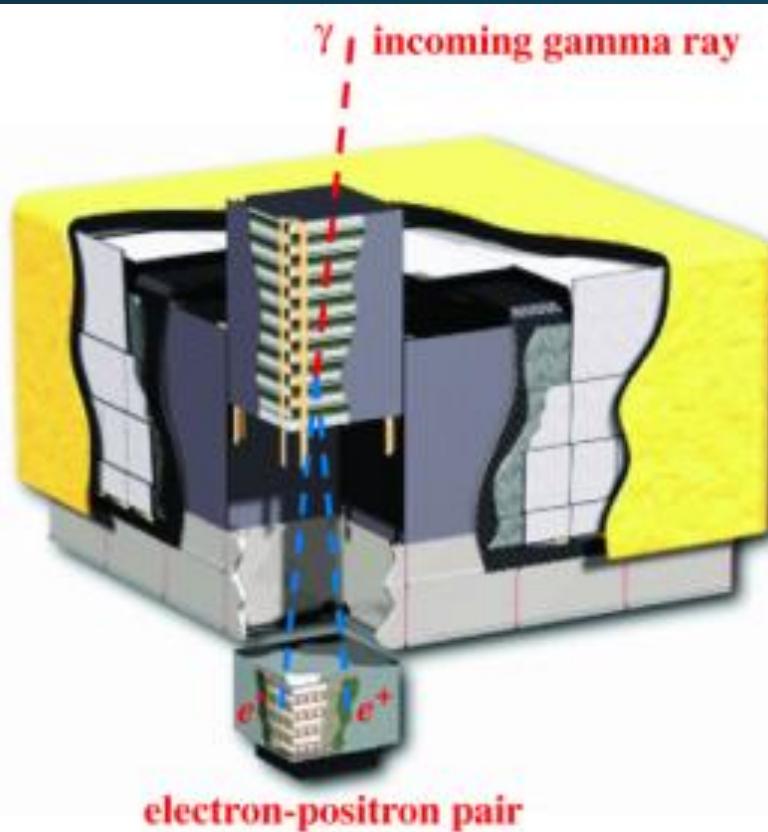
Многие неистовые процессы
приводят именно к излучению
гамма-квантов.



Fermi – современная гамма-обсерватория

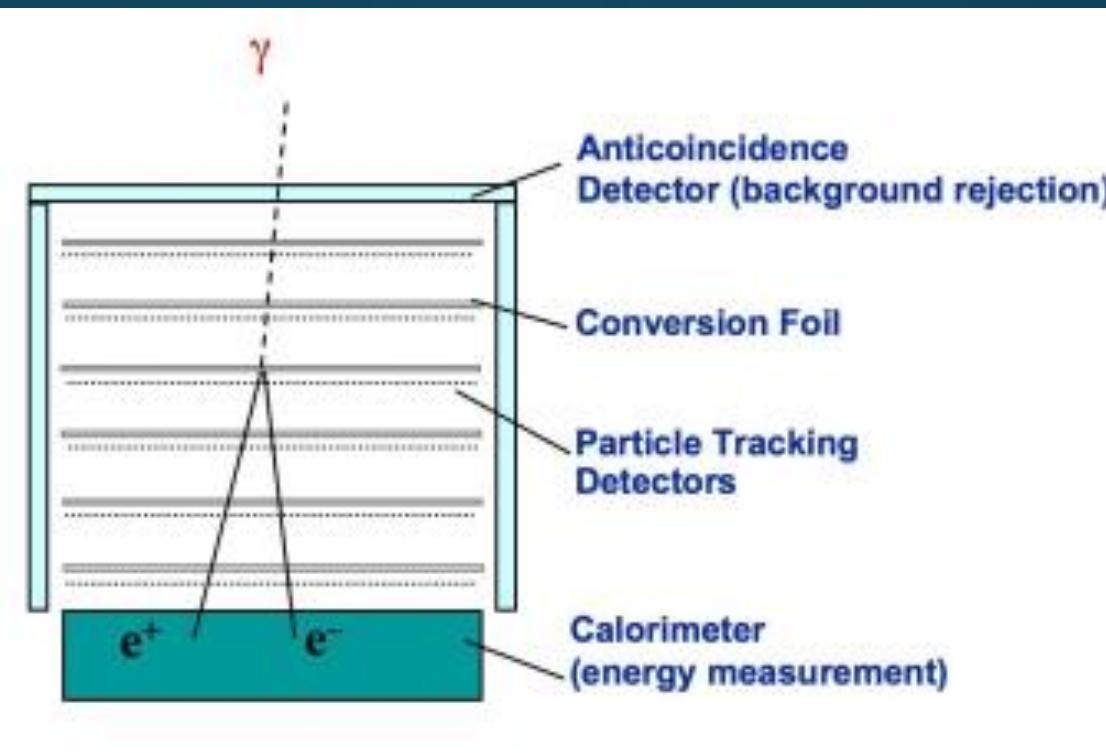


Устройство детекторов Ферми



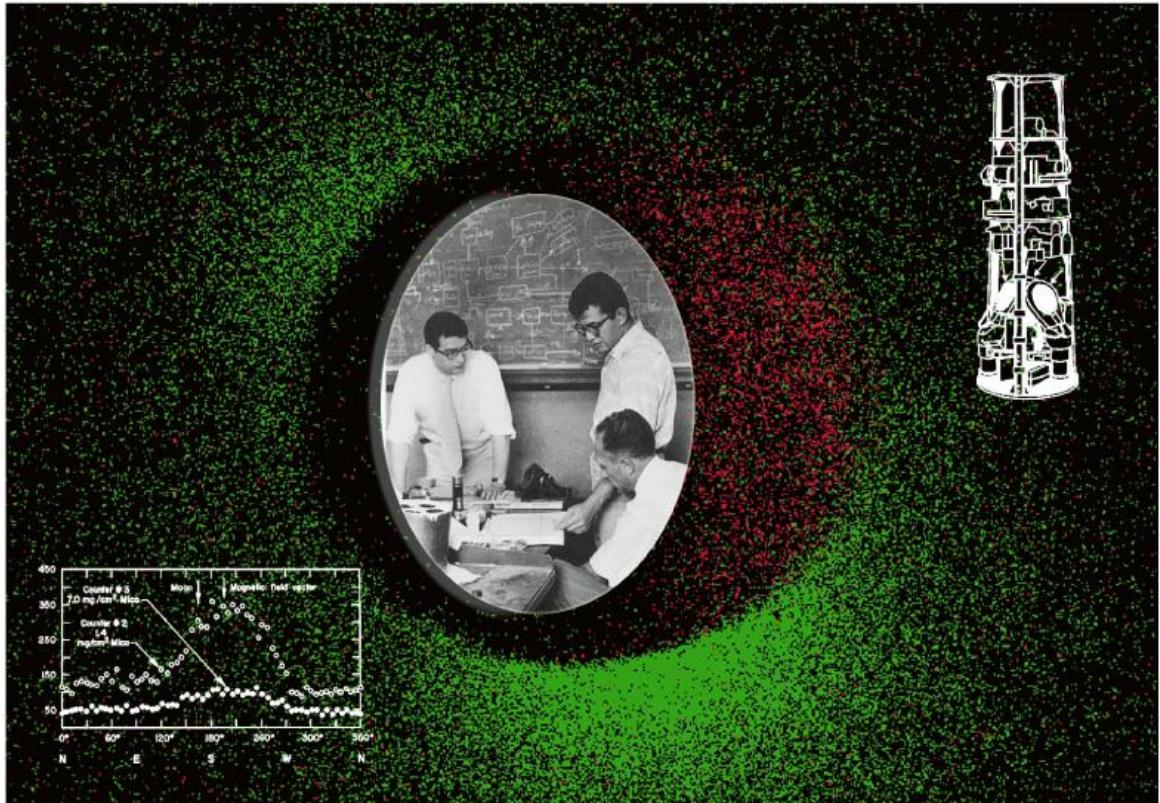
Для настройки прибора его надо калибровать.
В случае Ферми это проводилось в ЦЕРНе.

Нет фокусировки.
Регистрируются частицы.
Причем – вторичные!

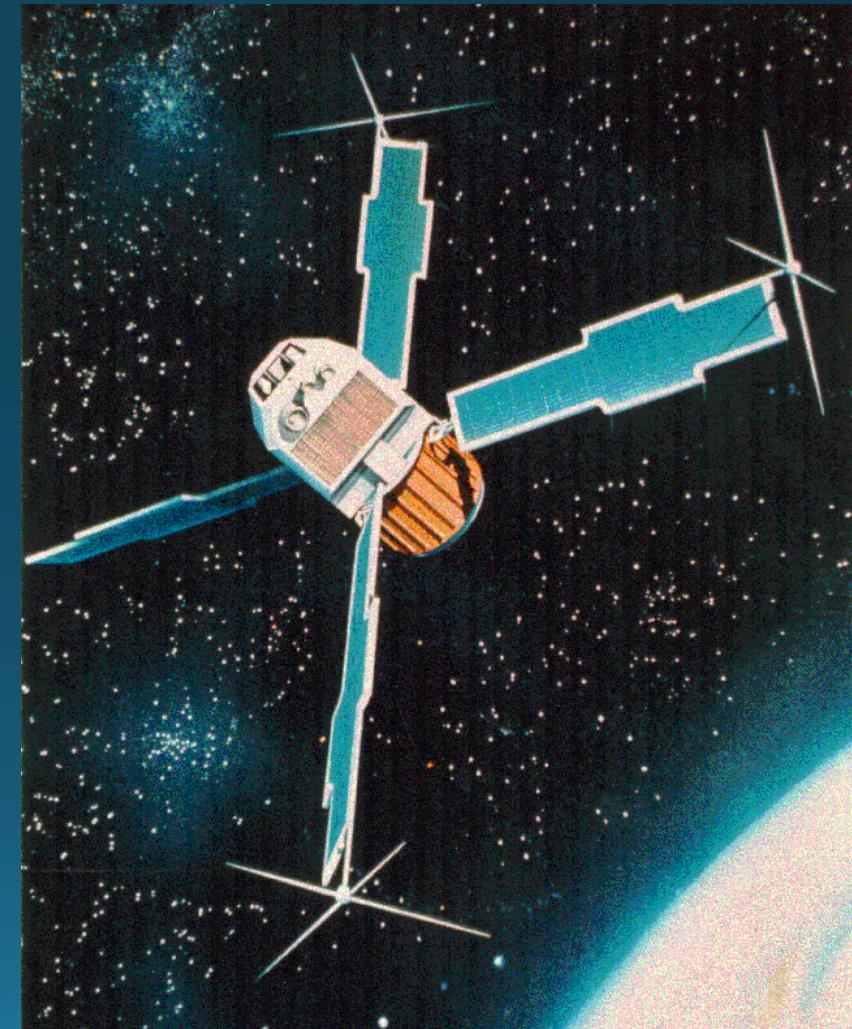


Рентгеновская астрономия

ROSAT Januar 2003



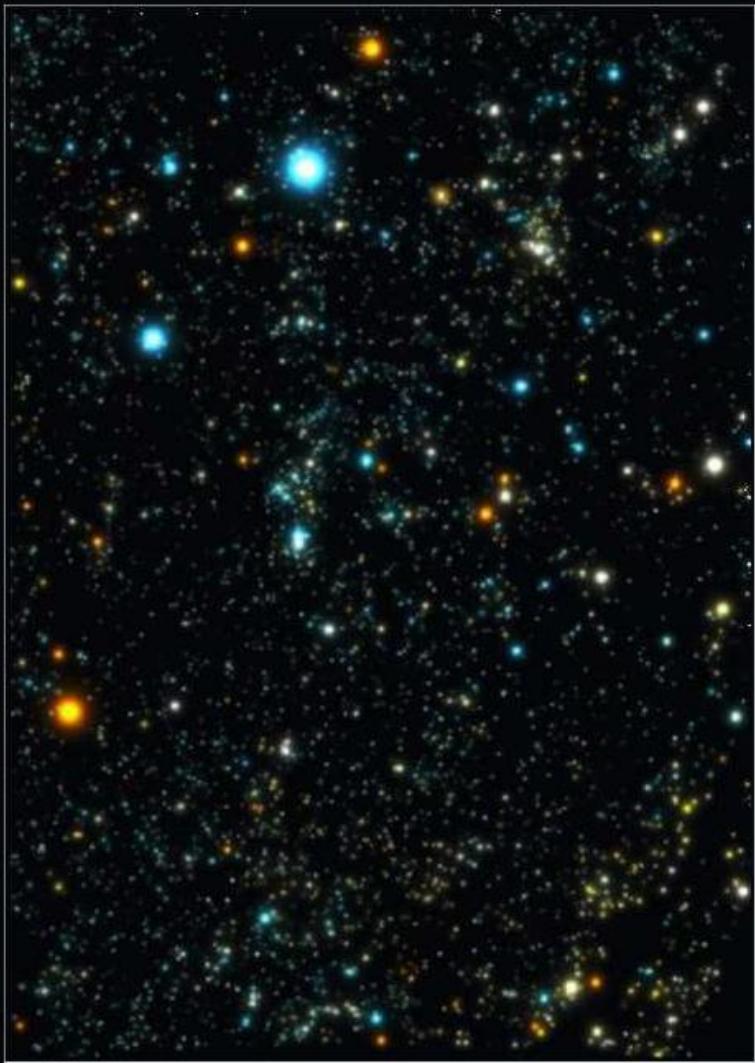
Первые ракетные заупски детекторов начались после войны на трофейных ФАУ.



UHURU (1970)

Рентген vs. Оптика

THE ROSAT X-RAY SKY AROUND ORION



THE OPTICAL SKY AROUND ORION



Созвездие Орион и Луна

RXTE

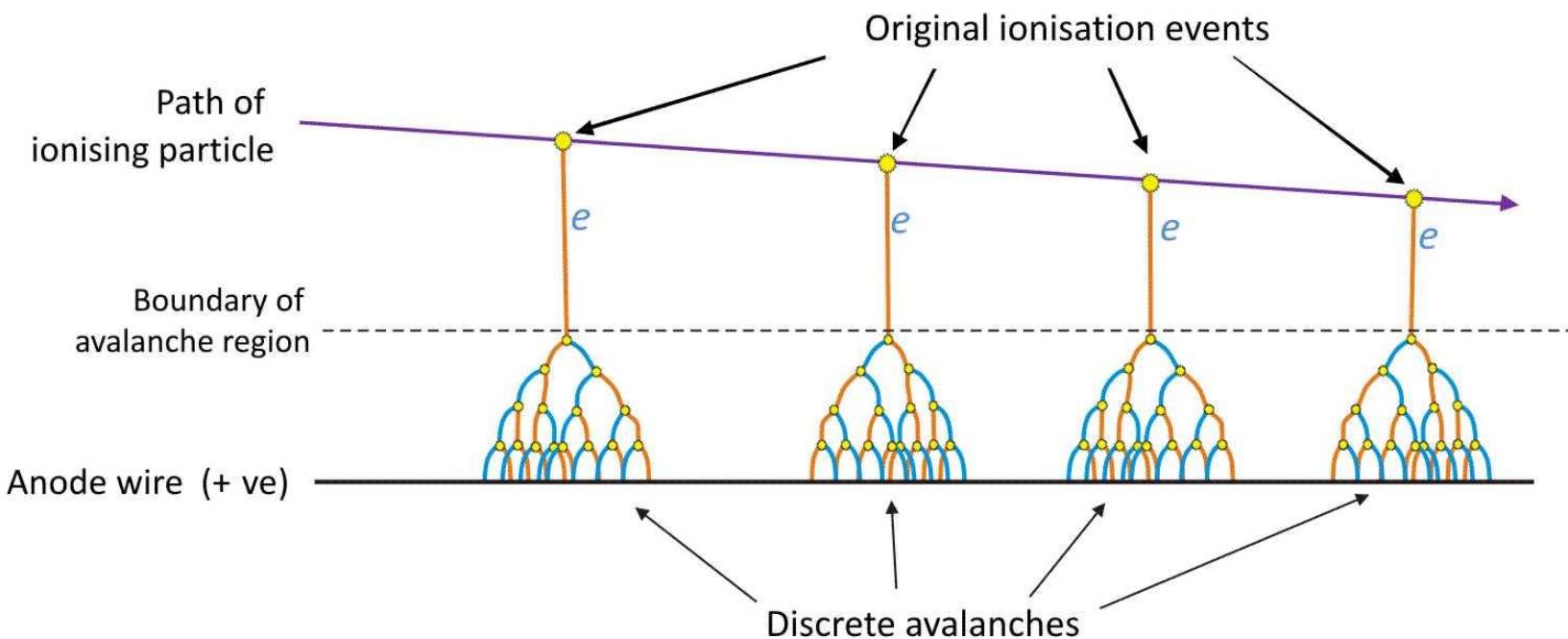
High Gain Antenna
(radio)

HEXTE

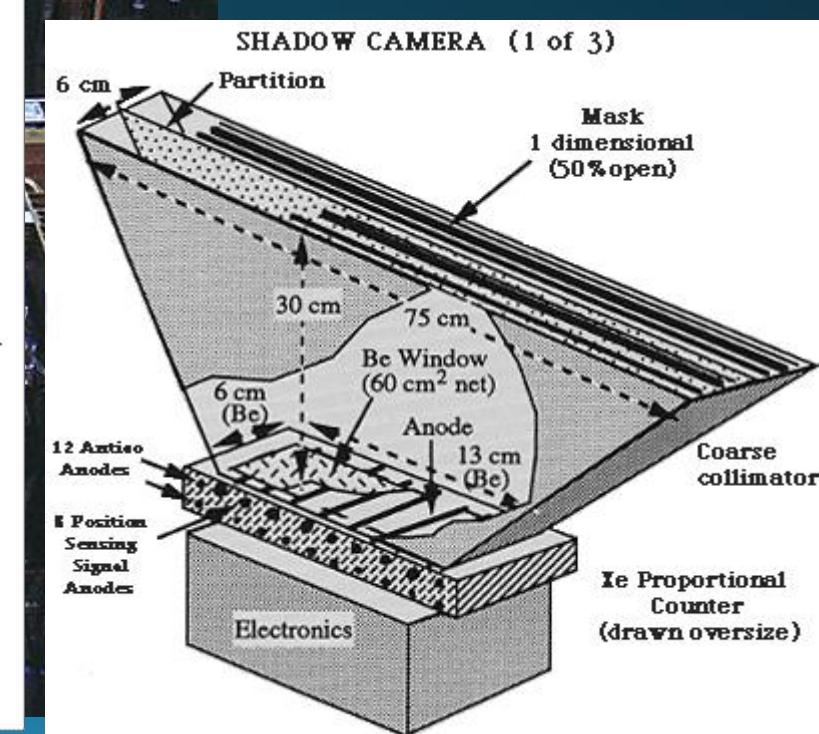
Star Trackers

Пропорциональные счетчики

Creation of discrete avalanches in a proportional counter



ASM



Современная рентгеновская астрономия



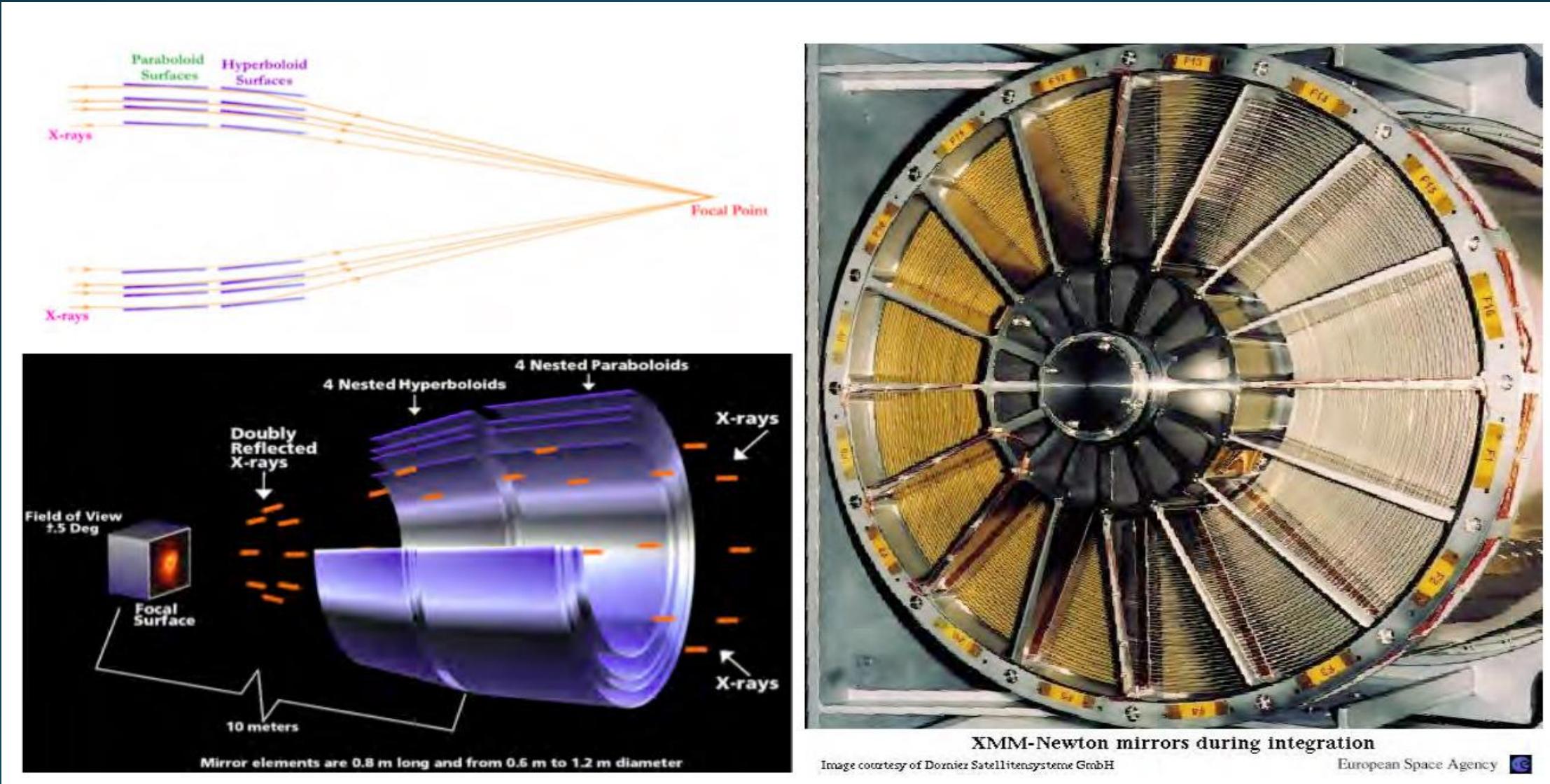
Chandra



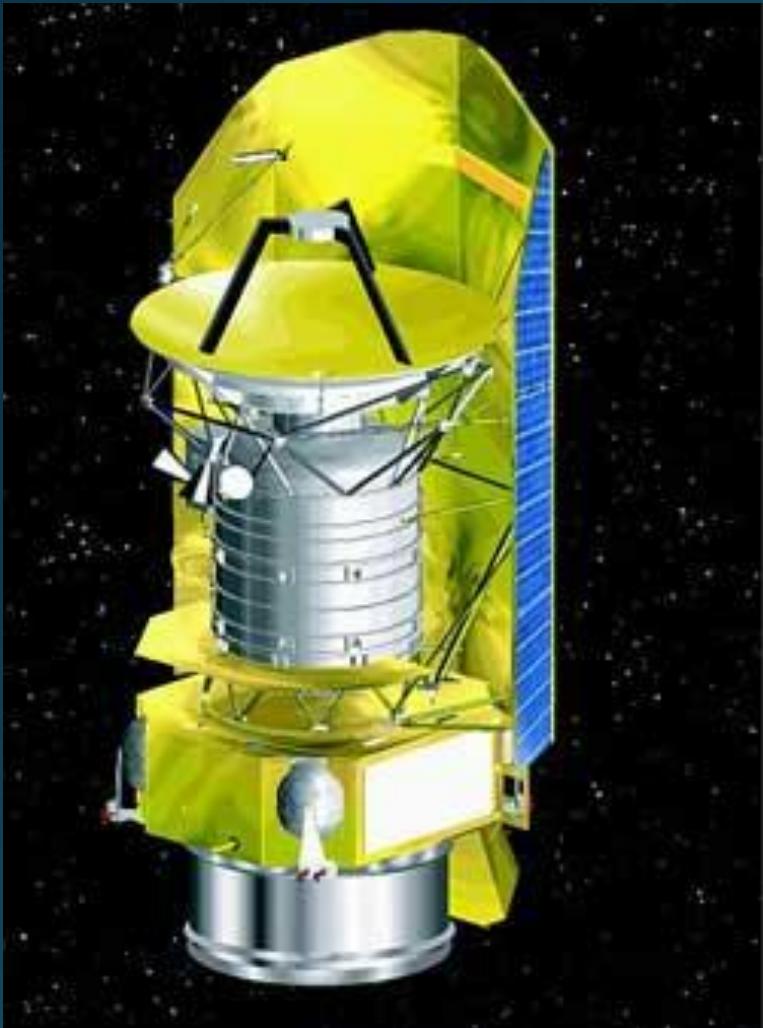
XMM-Newton

Зеркала косого падения для рентгеновских телескопов

1102.4955



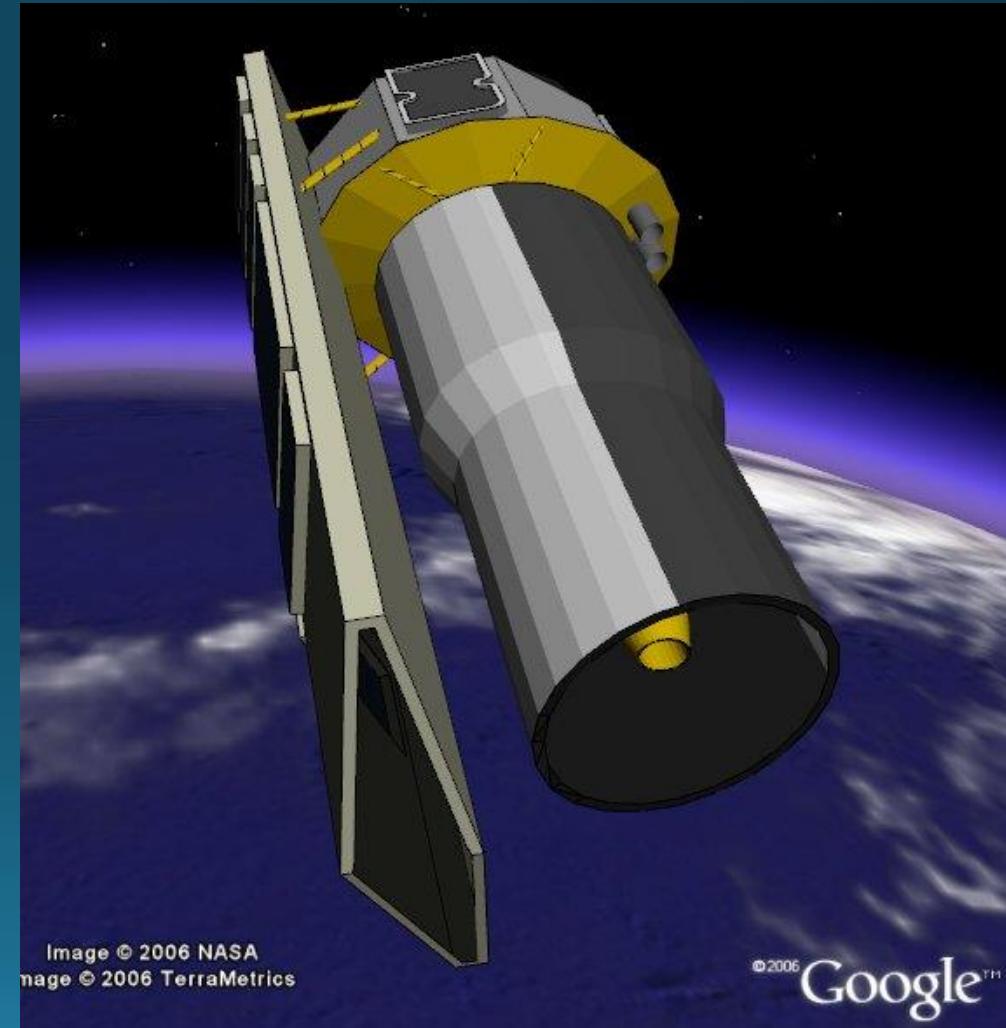
Инфракрасная астрономия



Многие астрофизические процессы лучше наблюдать в ИК диапазоне.

В первую очередь – рождение звезд и планет.

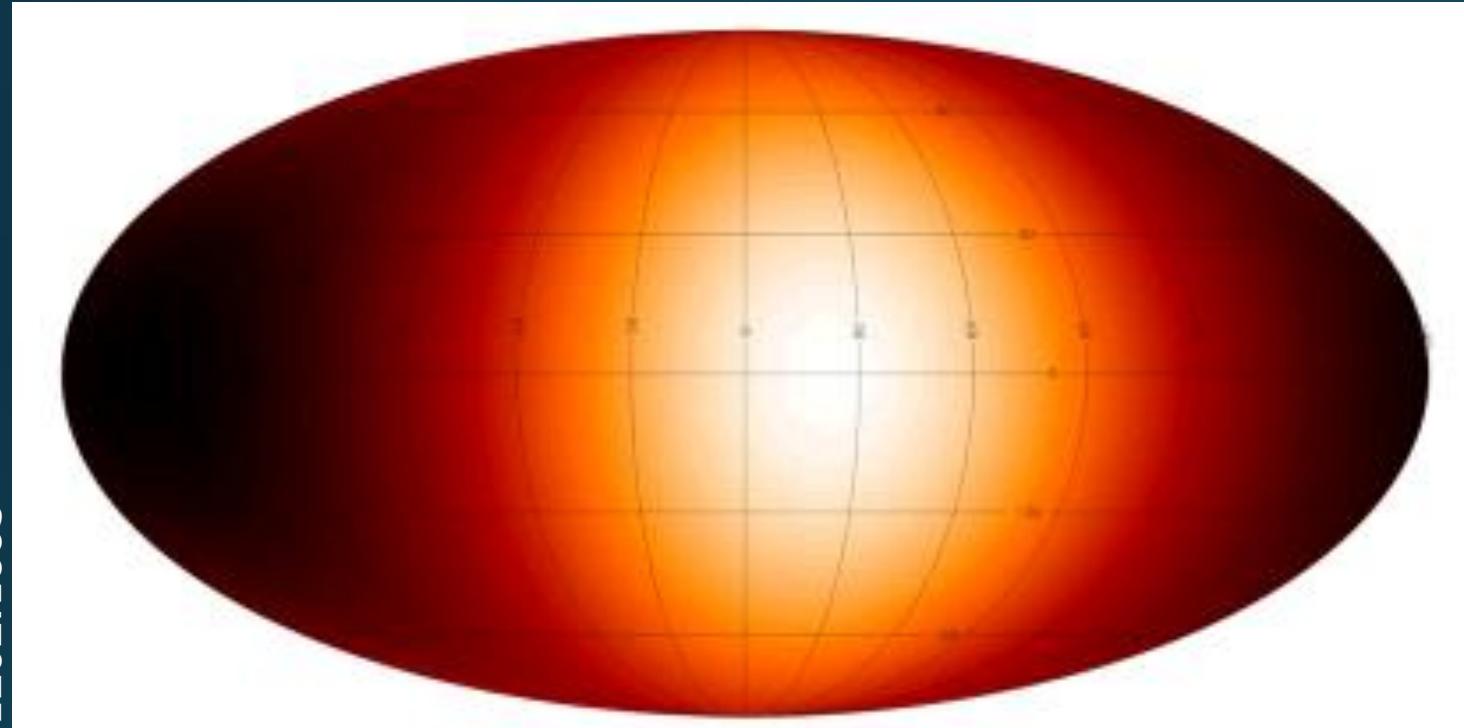
Гершель



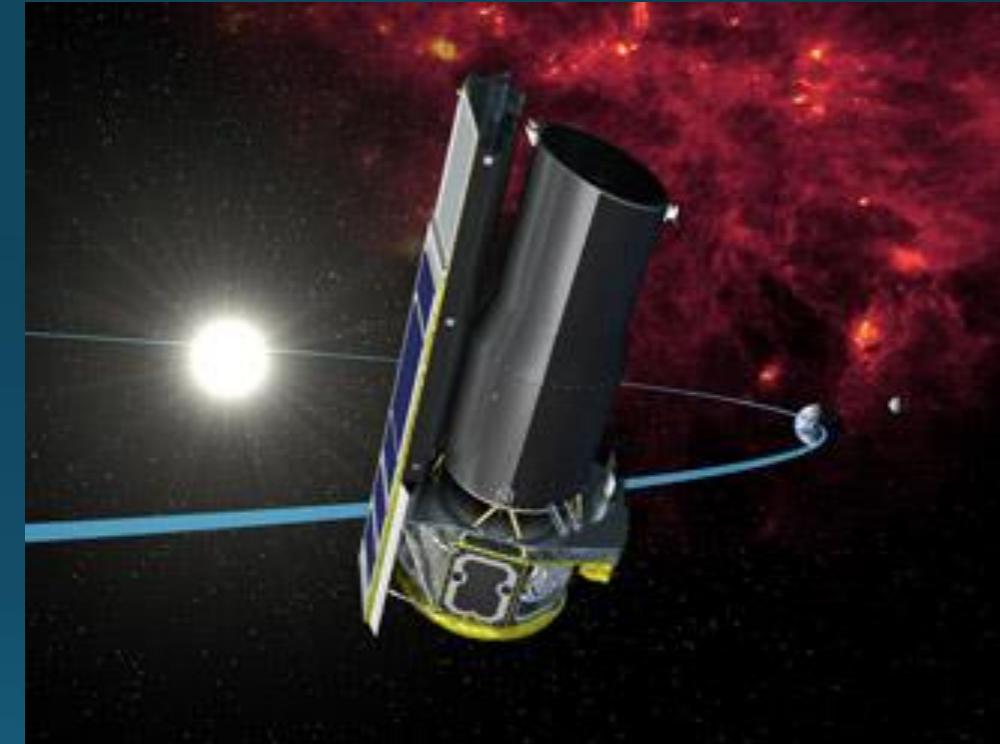
©2006 Google™

Спitzer

Карта экзопланеты HD 189733b



По данным о затмениях удалось построить карту экзопланеты.
Горячее пятно в экваториальной области.



Инфракрасная космическая
обсерватория имени Спирцера.

Космический телескоп



Несмотря на диаметр «всего лишь» 2.4 м телескоп по ряду параметров превосходит крупнейшие наземные инструменты.

Кроме того, он может наблюдать в УФ и ИК.

Carina nebula

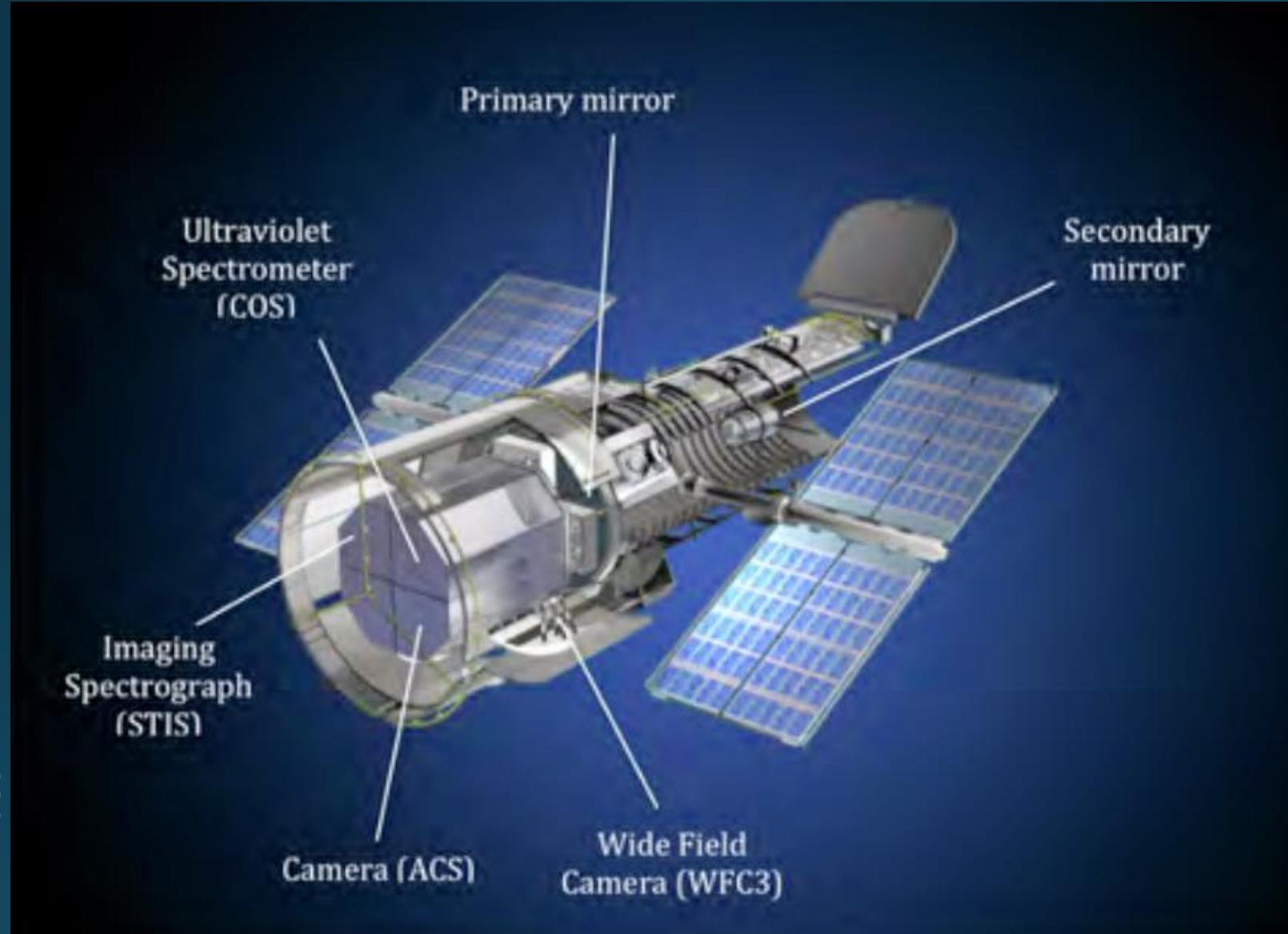


Visible



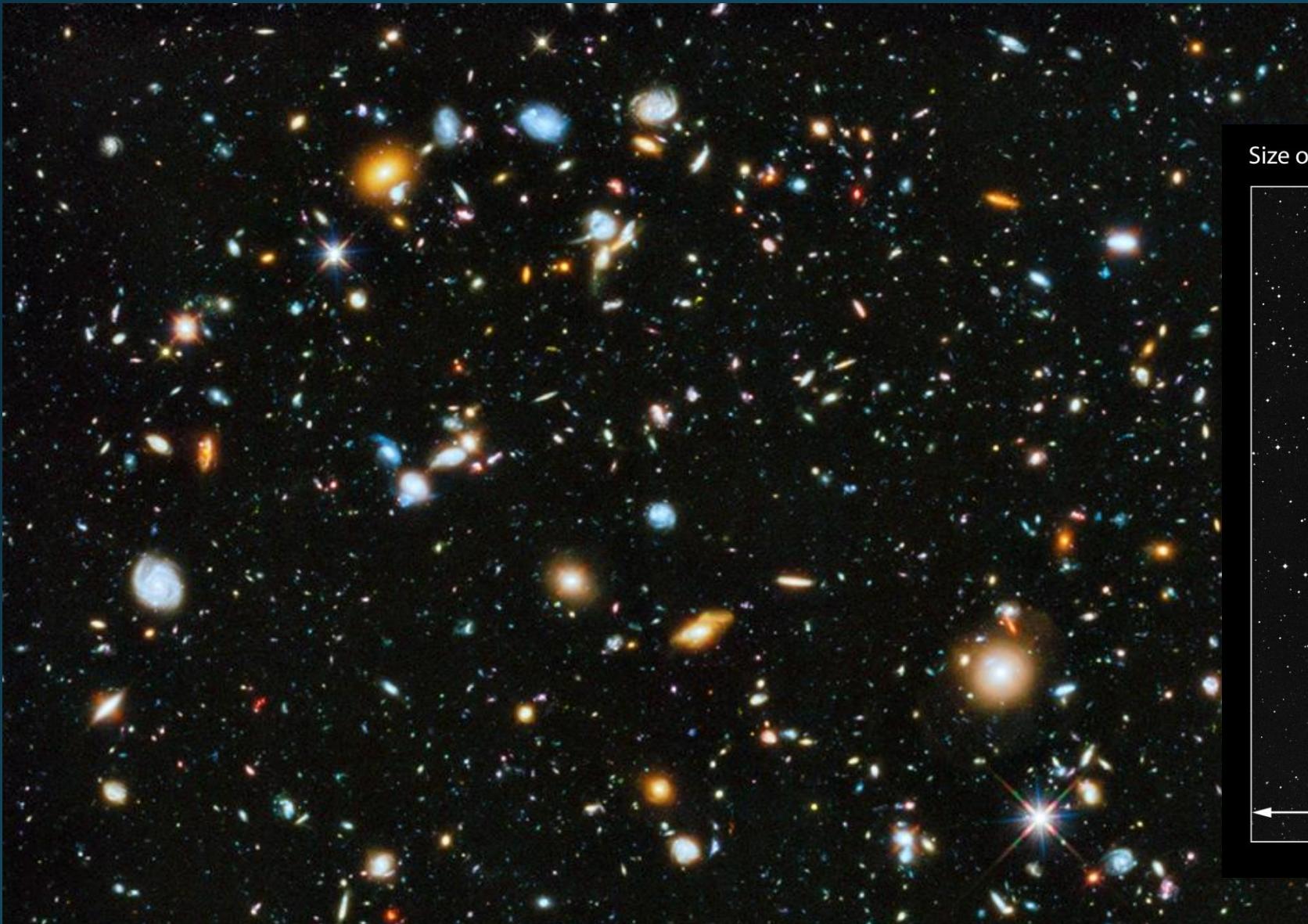
Infrared

Приборы Хабла

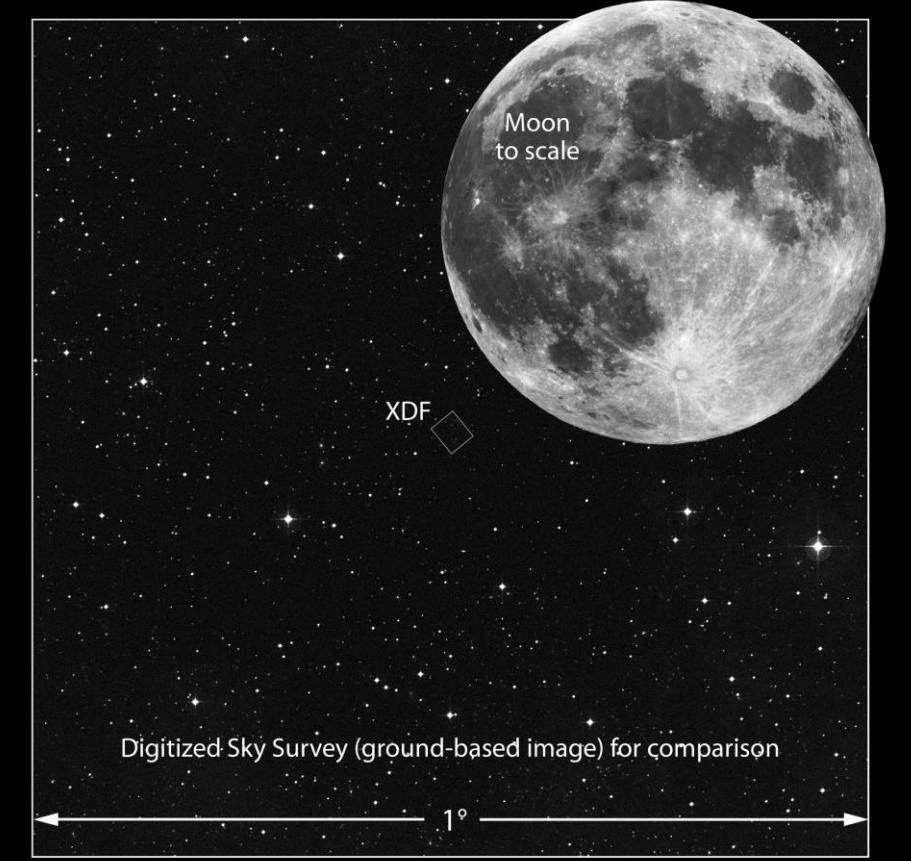


Телескоп может строить изображения и получать спектры в видимом, ИК и УФ диапазонах спектра.

Глубокое поле Хаббла

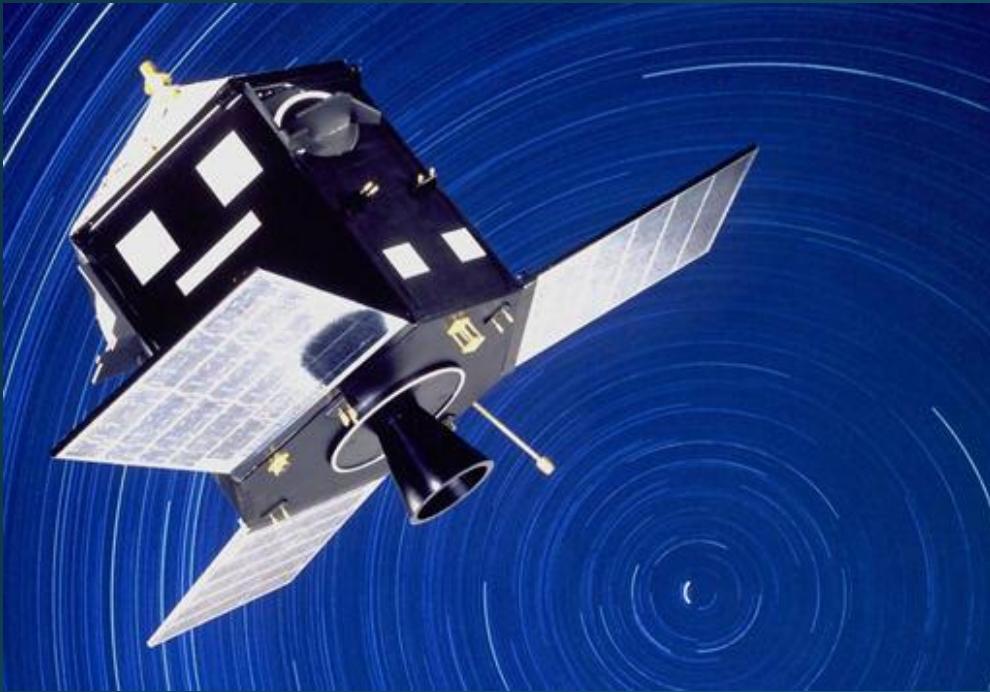


Size of Hubble eXtreme Deep Field on the Sky

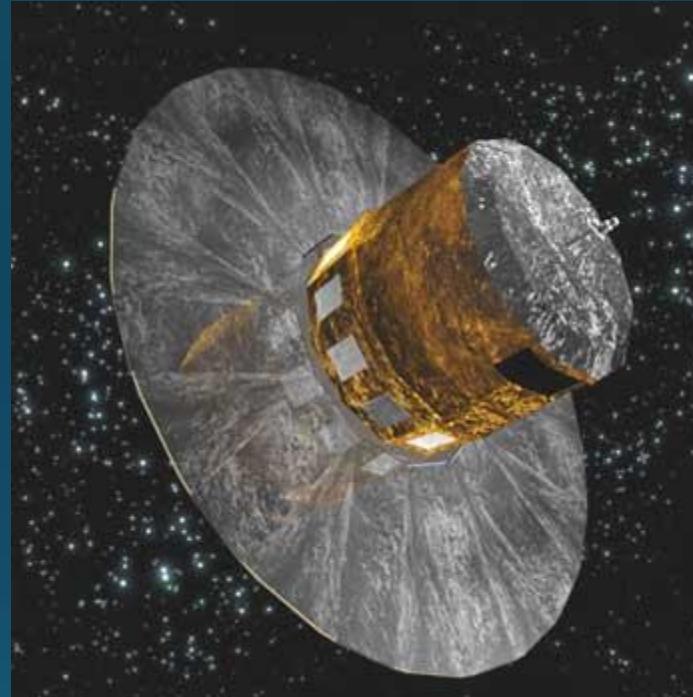


Аstromетрические наблюдения из космоса

Hipparcos



GAIA

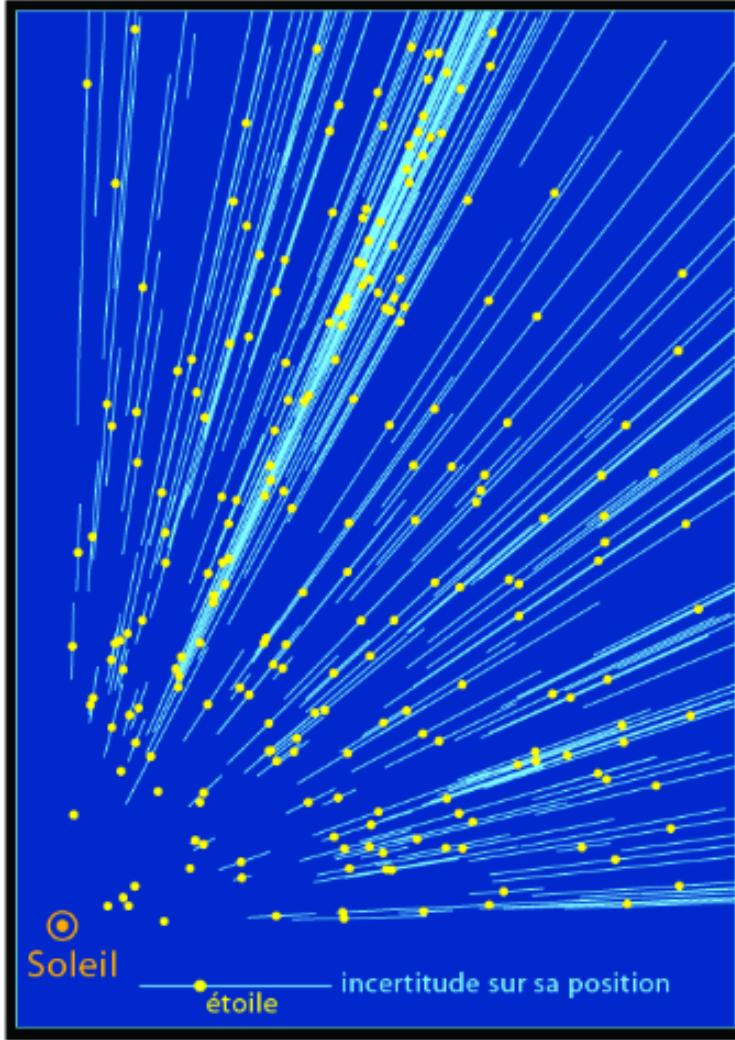


Спутник Gaia впервые даст нам трехмерную карту половины Галактики. См. детальное описание в 1609.04153

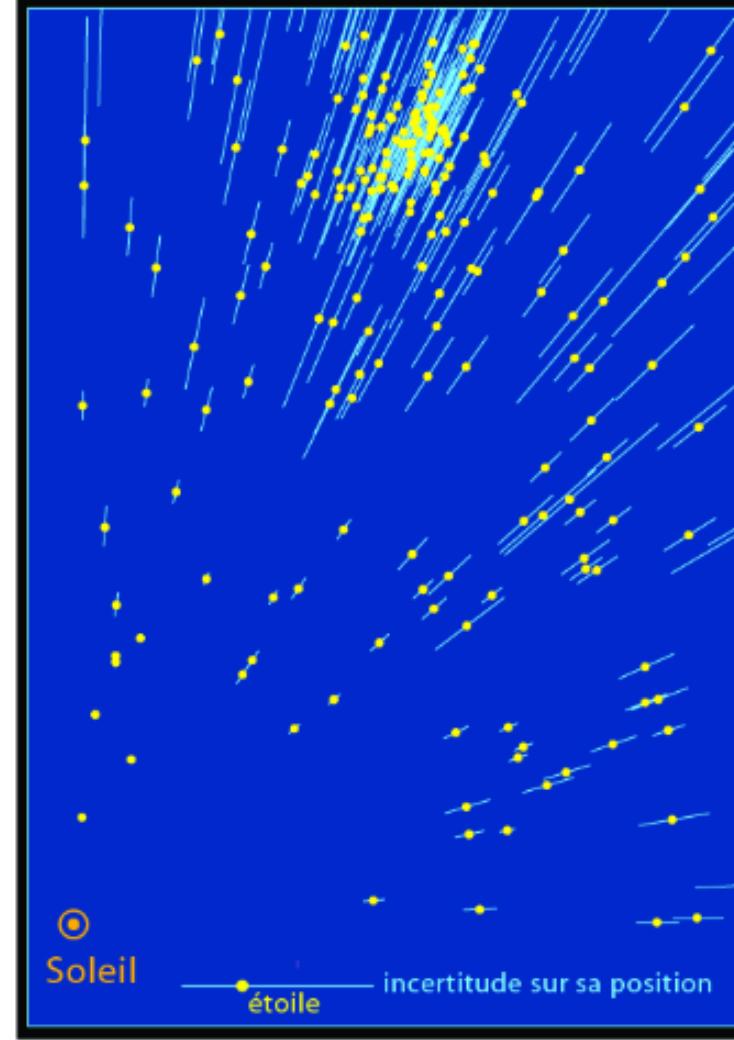
Наблюдения из космоса произвели революцию в астрометрии.

Пределы точного измерения расстояний

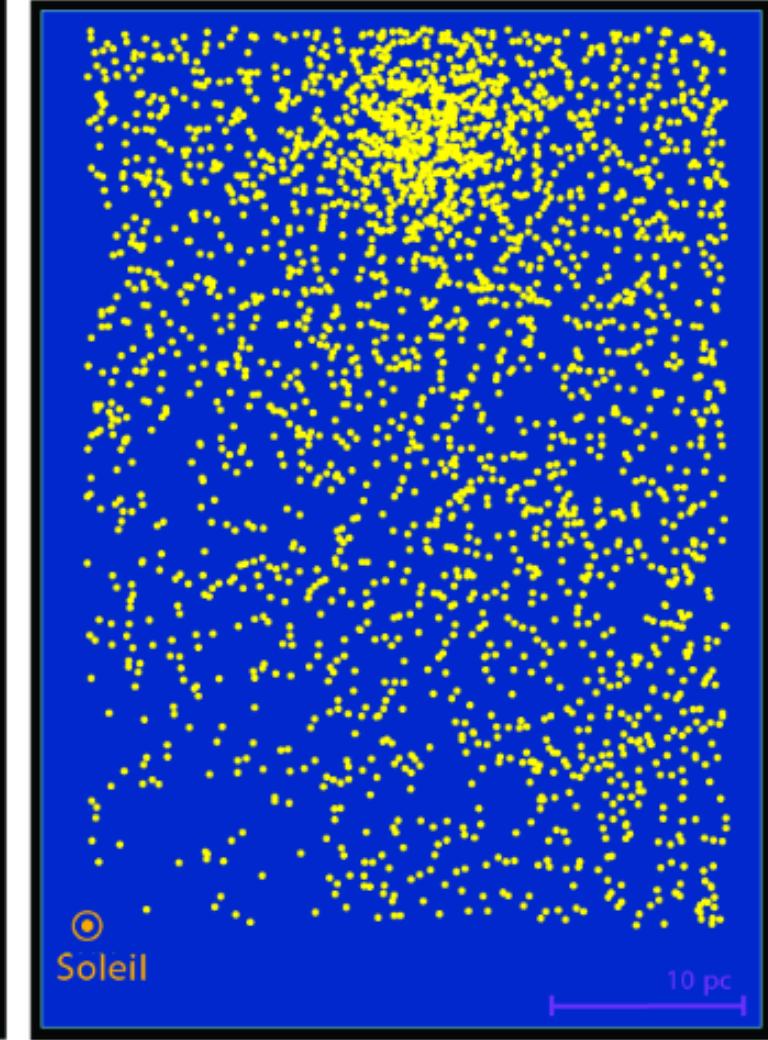
Sol



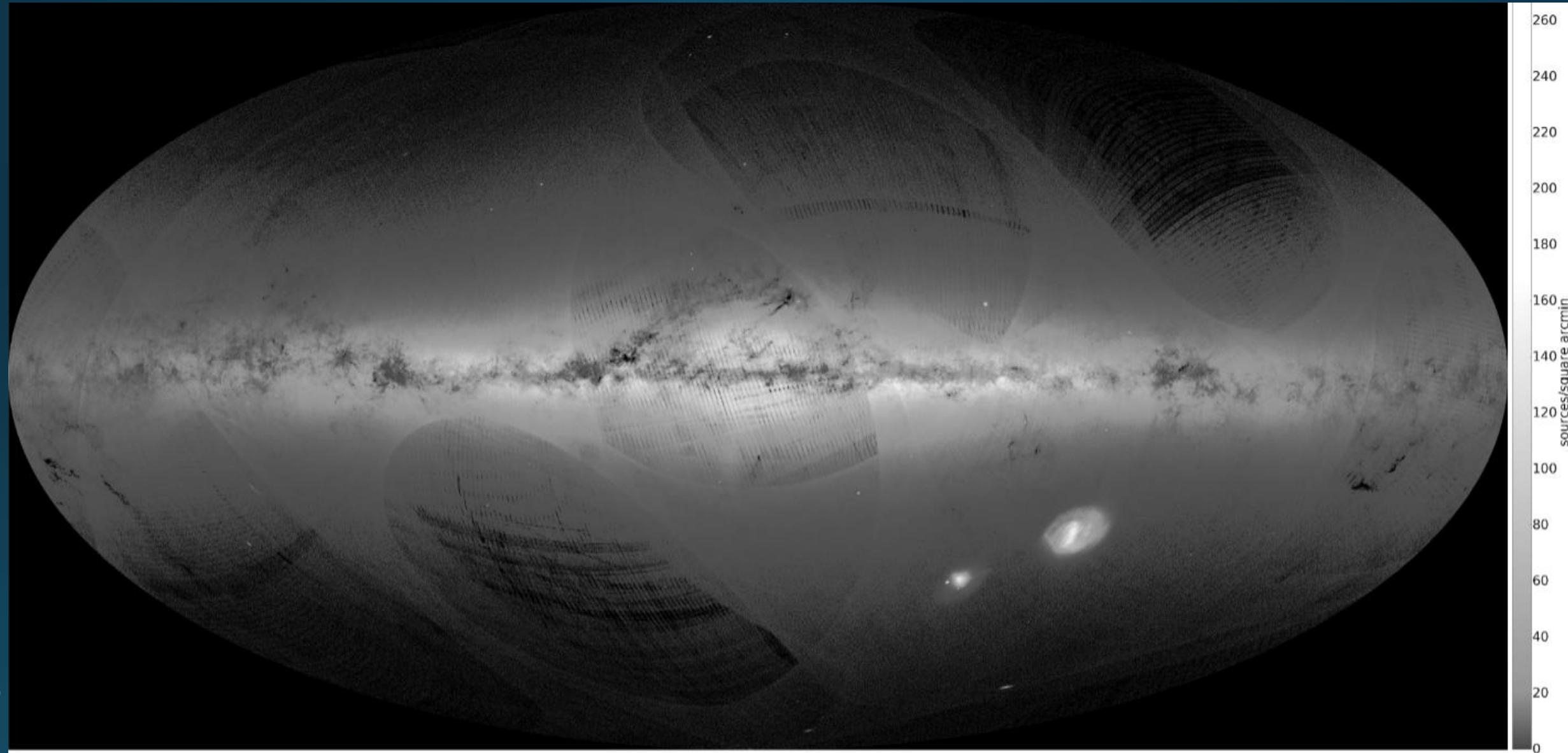
Hipparcos (1990)



Gaia (2020)



Первый релиз данных Gaia



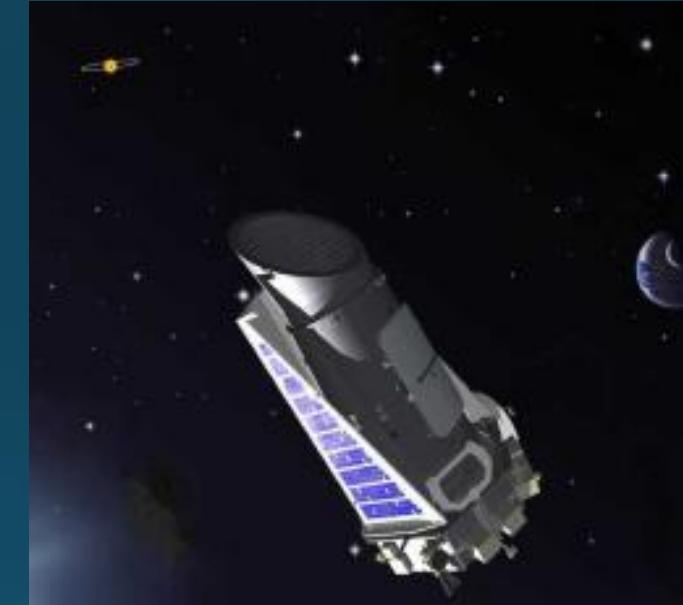
Поиски экзопланет



CoRot



TESS

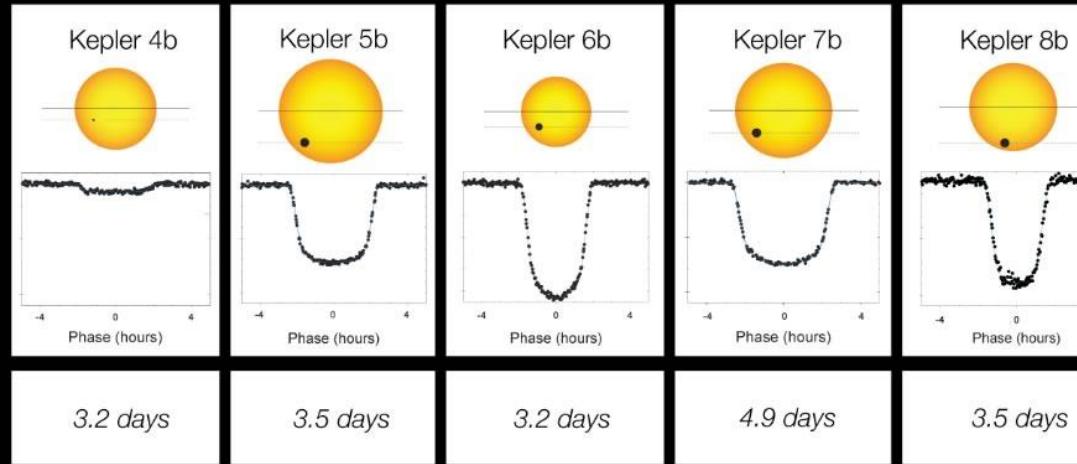


Kepler

Кривые блеска при транзитах

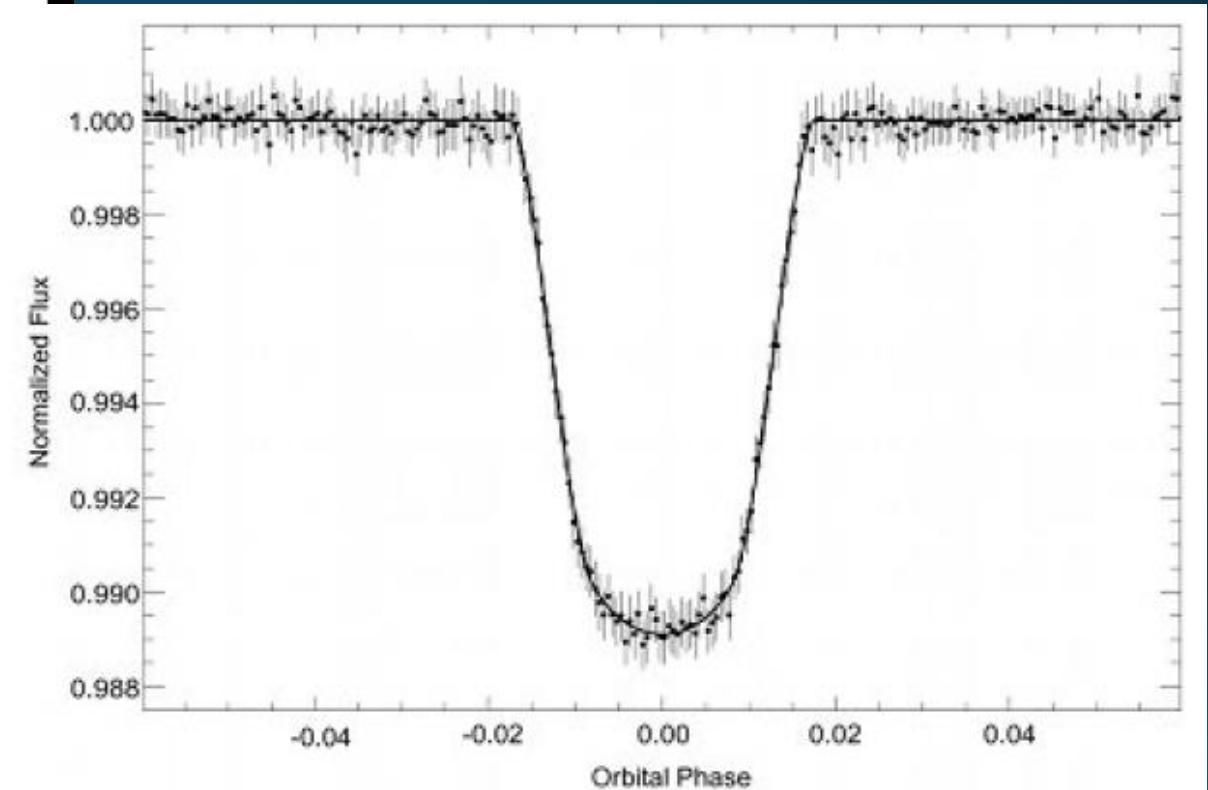
Transit Light Curves

<http://kepler.nasa.gov>

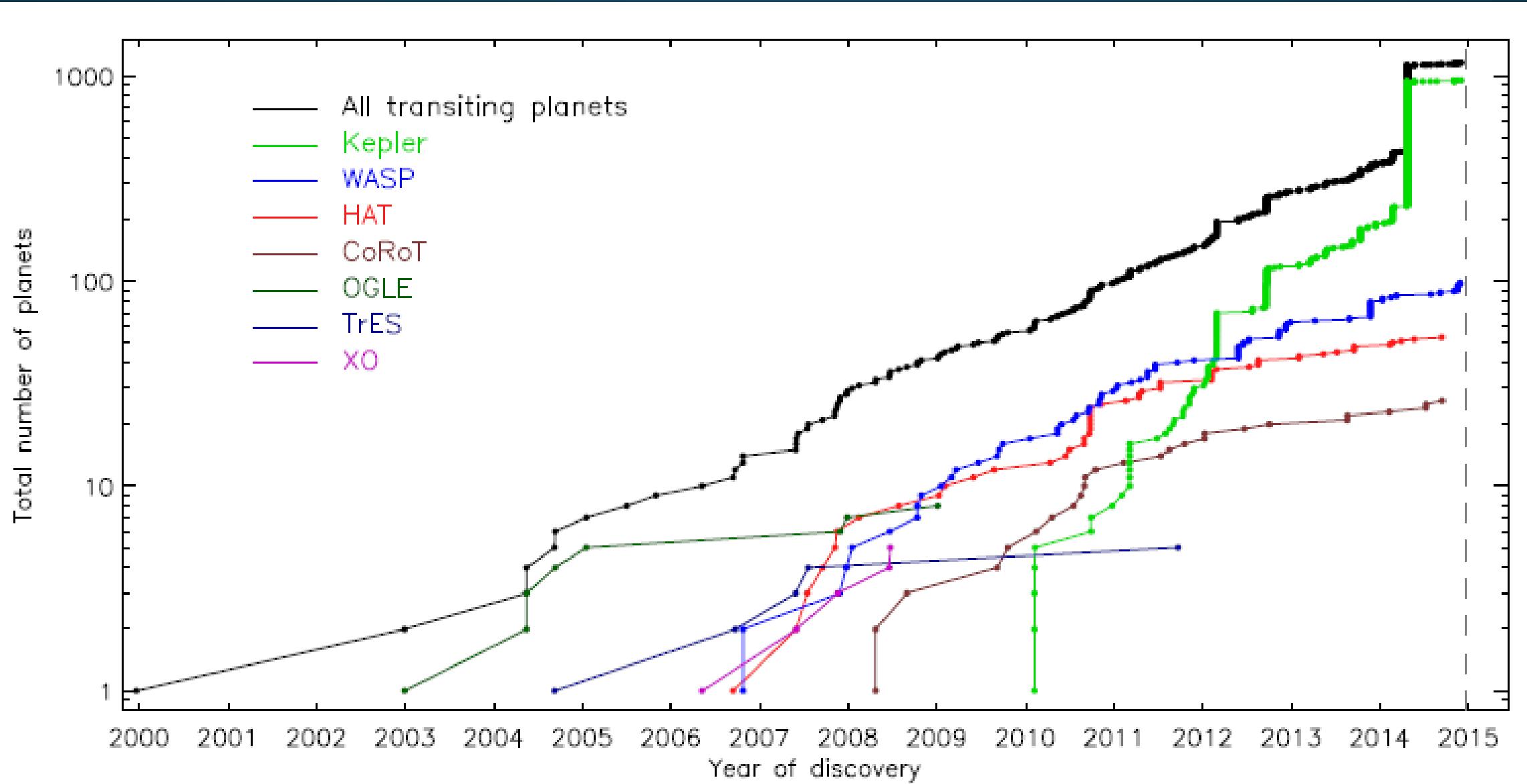


Необходимо проводить измерения,
сохраняя точность в течение нескольких
периодов обращения планеты.

Падение блеска может составлять
тысячные или даже десятитысячные
доли полного потока.



Темп открытия транзитных планет



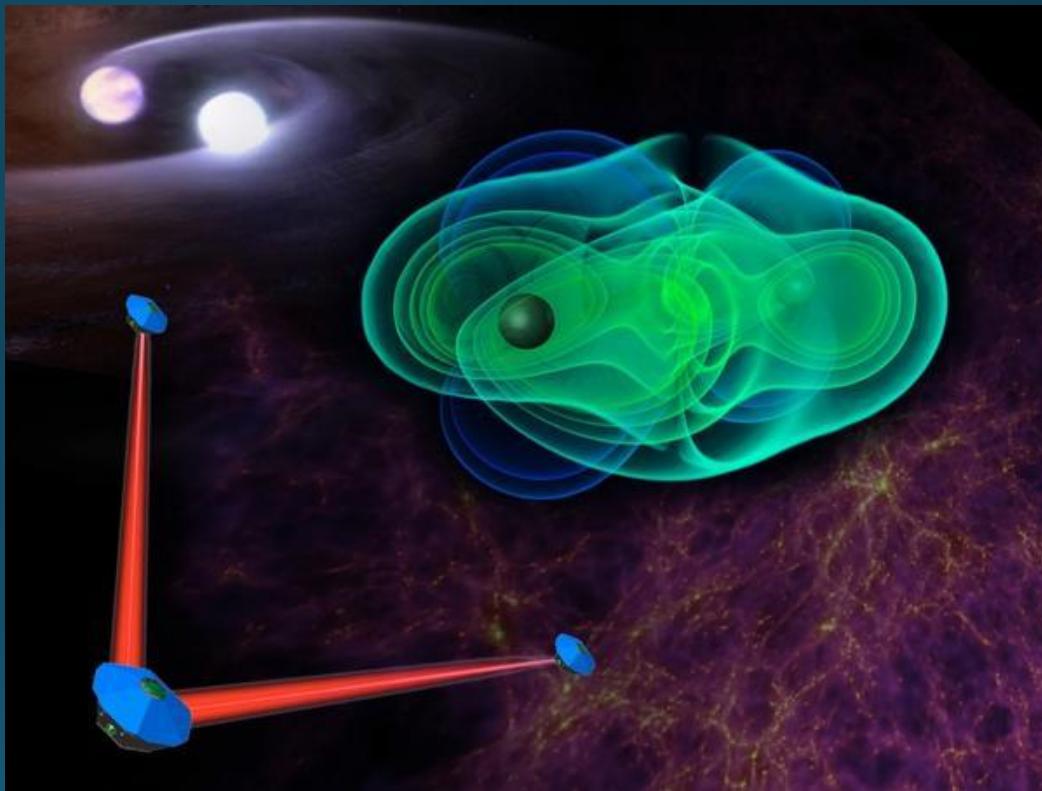
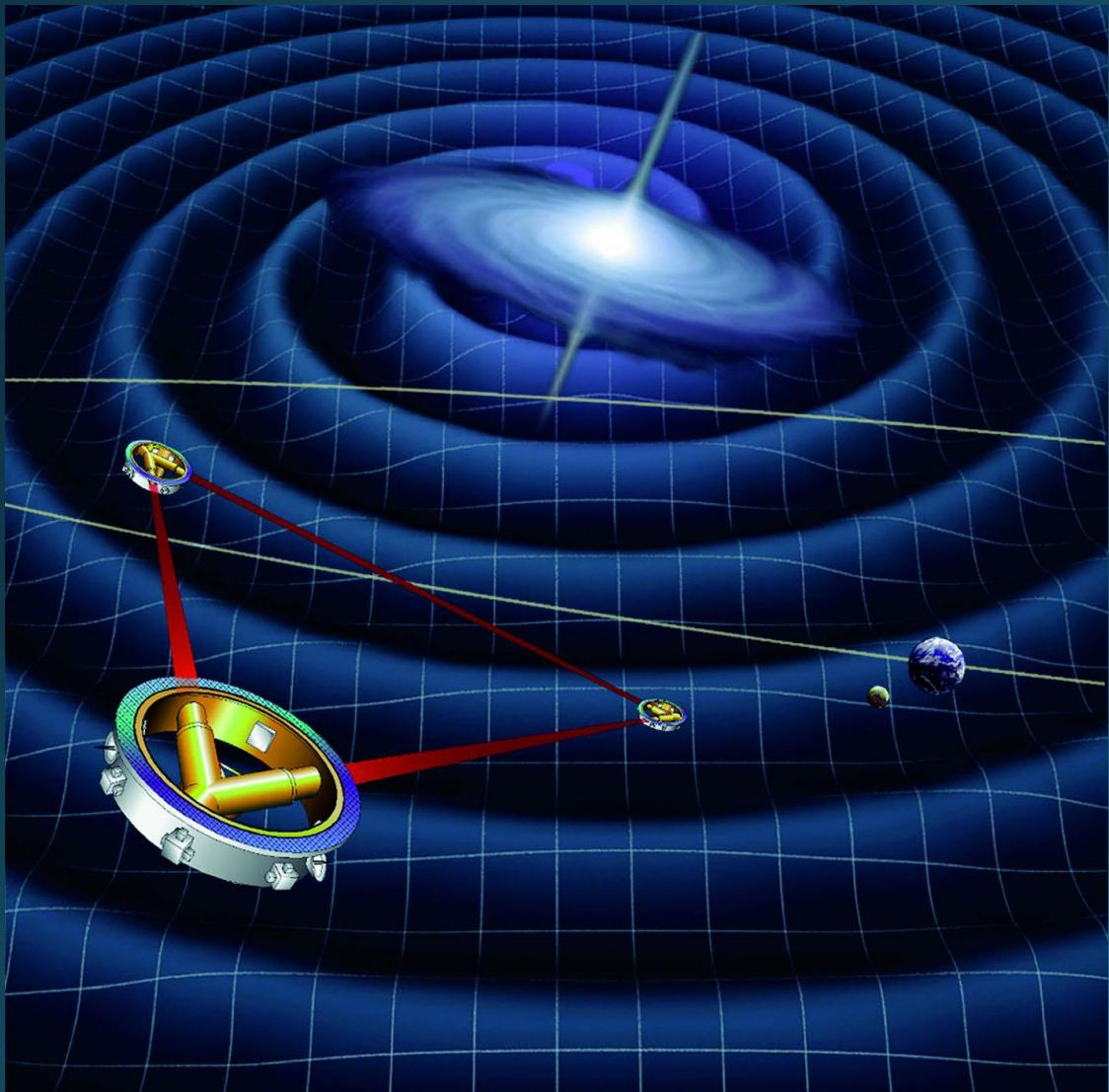
Радиоастрон



Космический
интерферометр

Рекордное
угловое разрешение

Космический проект eLISA



2.5 миллиарда долларов
NASA сняла свое финансирование
Сейчас ESA одобрена заявка на запуск
упрощенного варианта в 2034 г.
В новом виде проект назван eLISA.
В 2016 г. NASA вернулось в проект!

Космические лучи



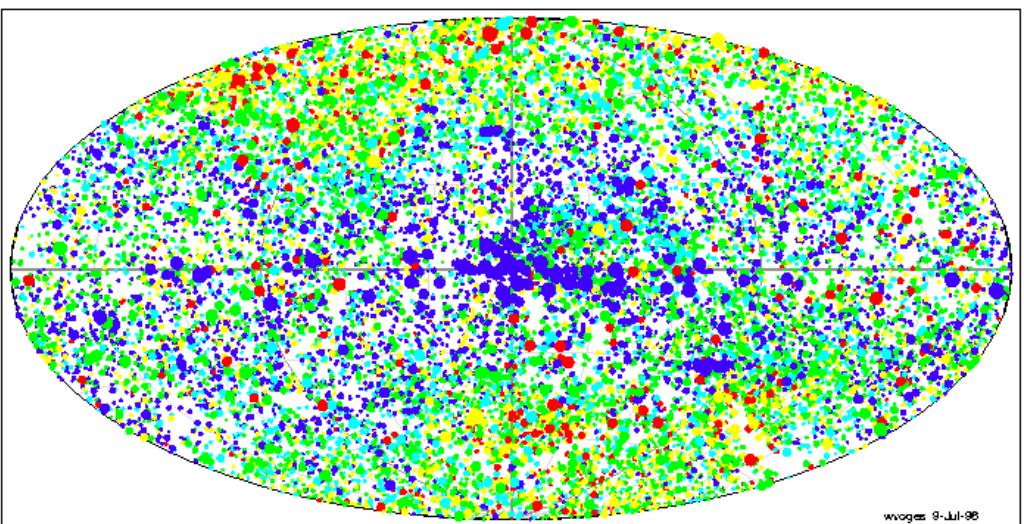
Возможно, что следующим шагом в изучении космических лучей сверхвысоких энергий будет запуск специальных космических аппаратов.

Задача: изучение редких частиц очень высоких энергий.

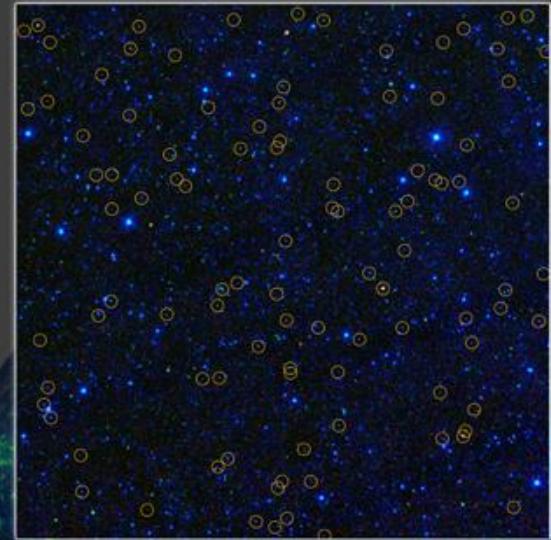
Обзоры

ROSAT ALL-SKY SURVEY Bright Sources

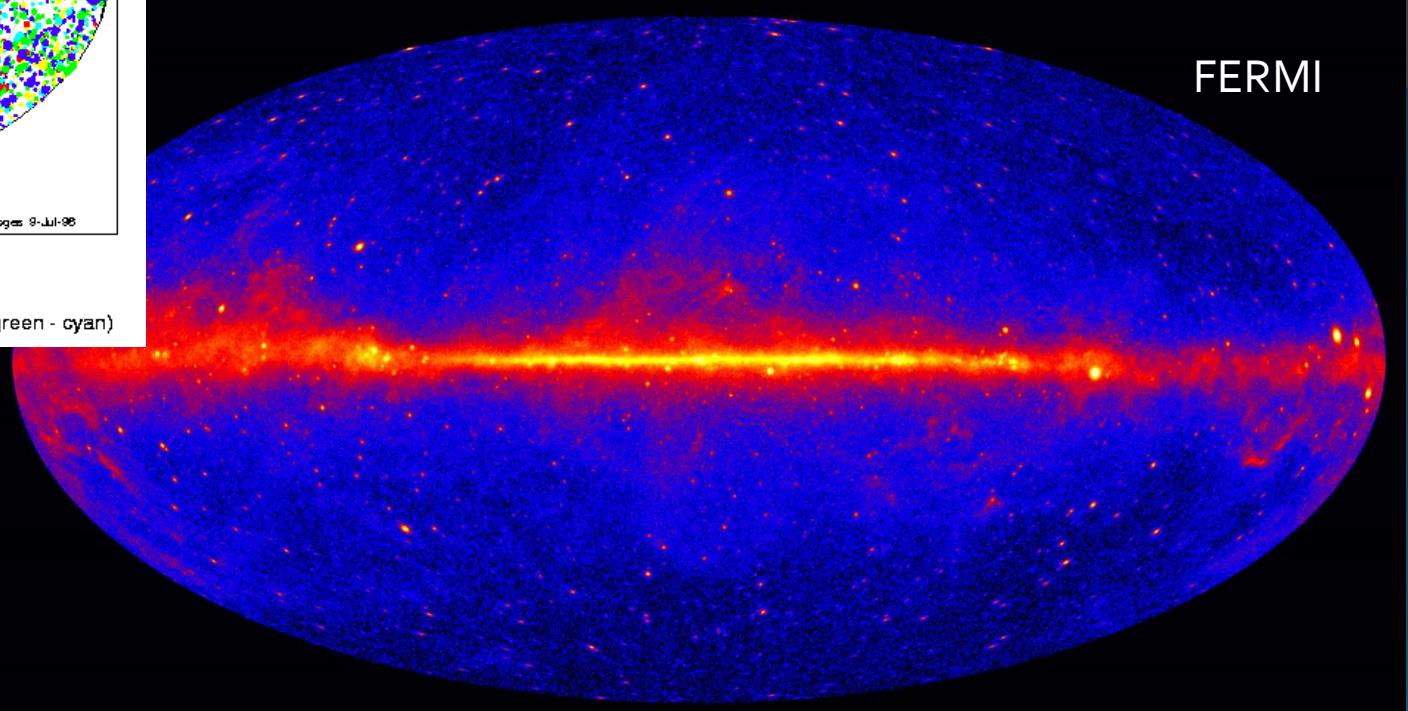
Aitoff Projection
Galactic II Coordinate System



Energy range: 0.1 - 2.4 keV
Number of RASS-II sources: 18811
Hardness ratio: -1.0 | -0.4 | -0.2 | 0.2 | 0.6 | 1.0 (soft -> hard : magenta - red - yellow - green - cyan)



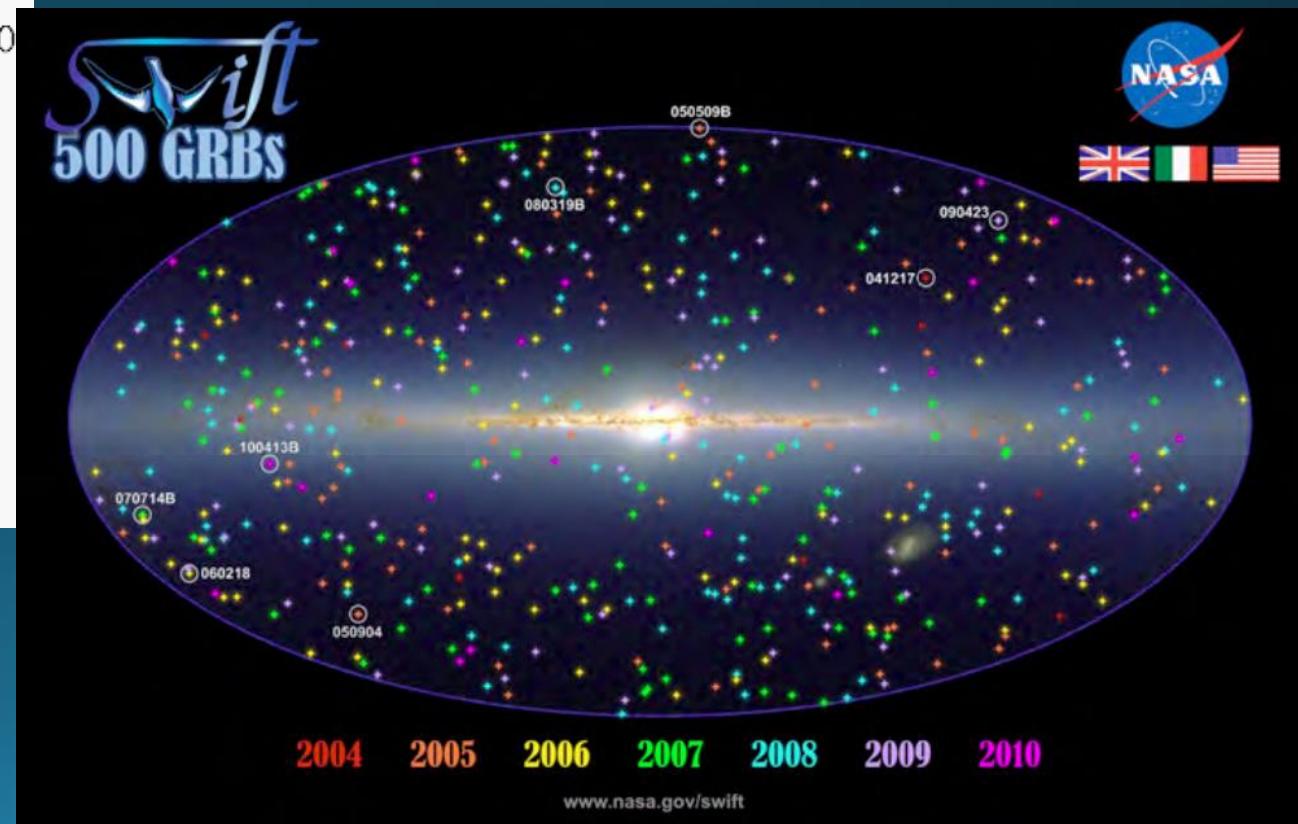
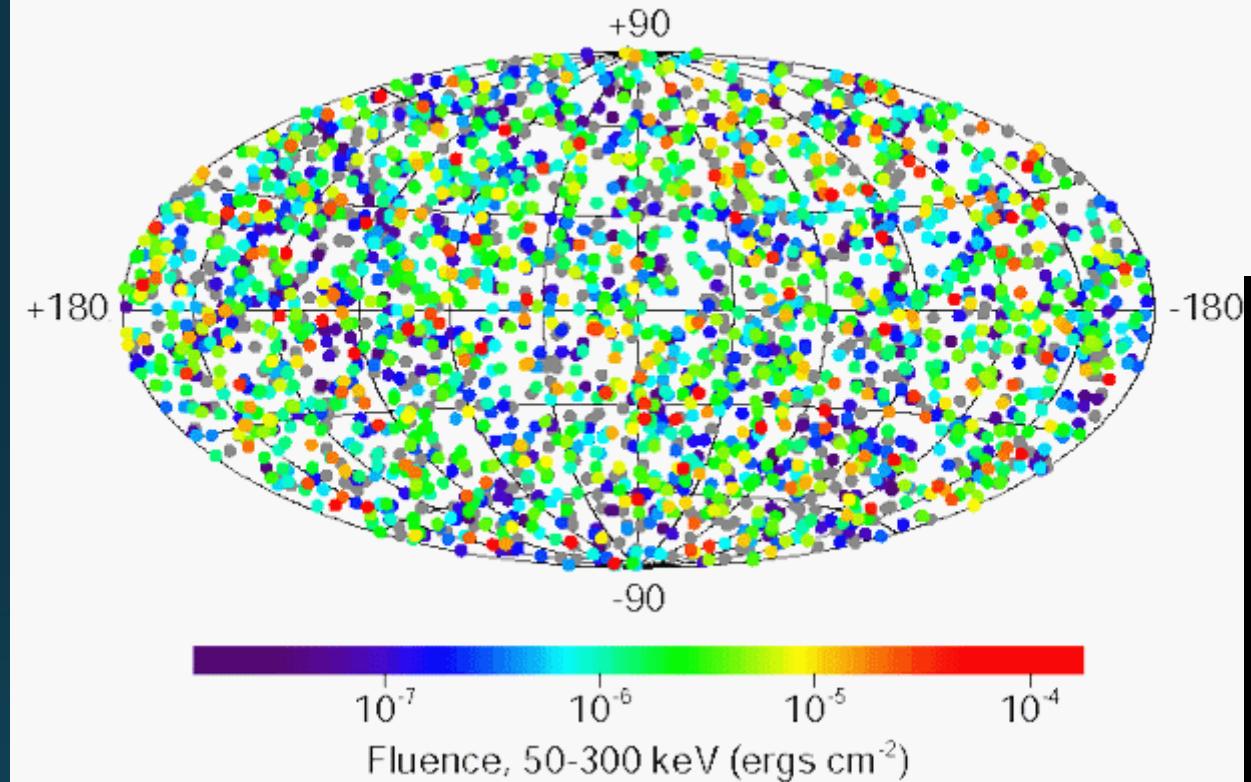
WISE



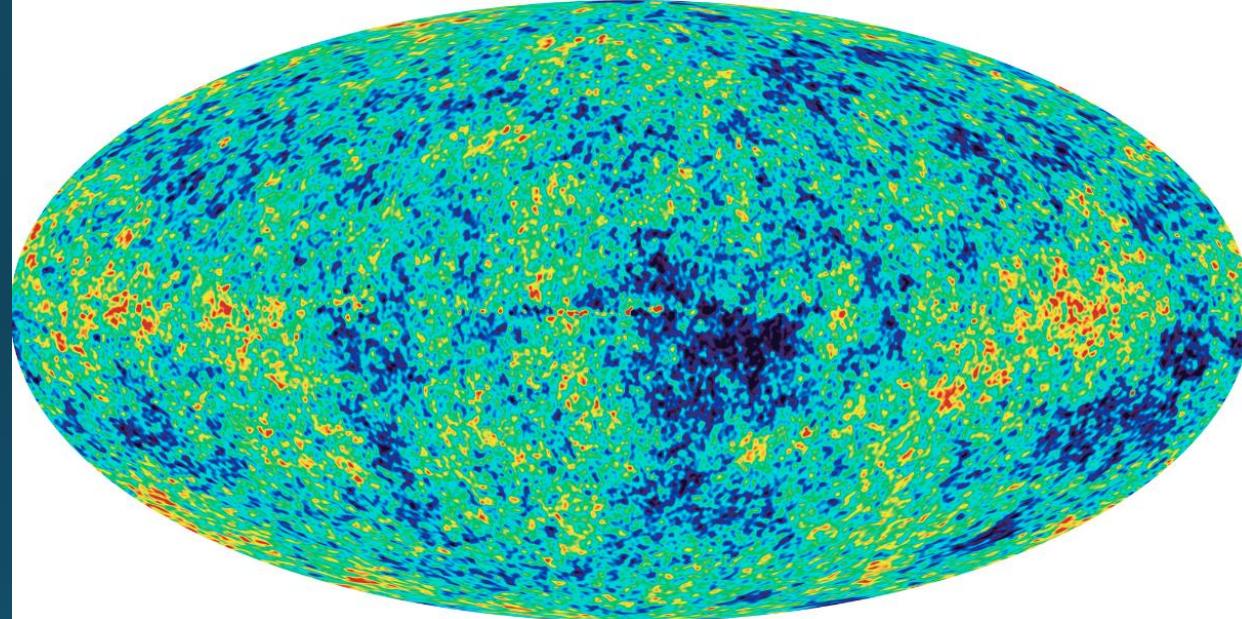
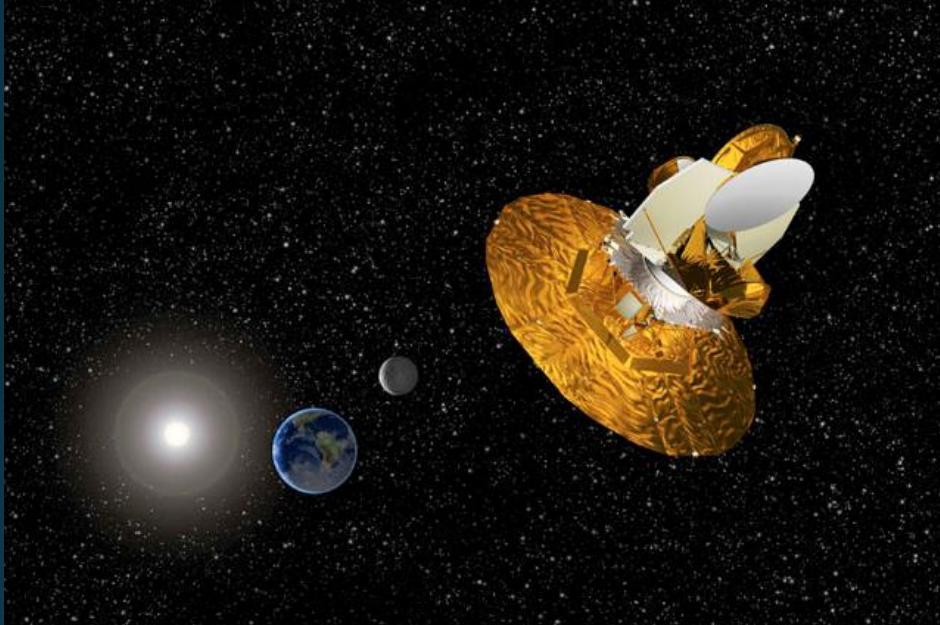
FERMI

Мониторинг неба

2704 BATSE Gamma-Ray Bursts



Спутник WMAP



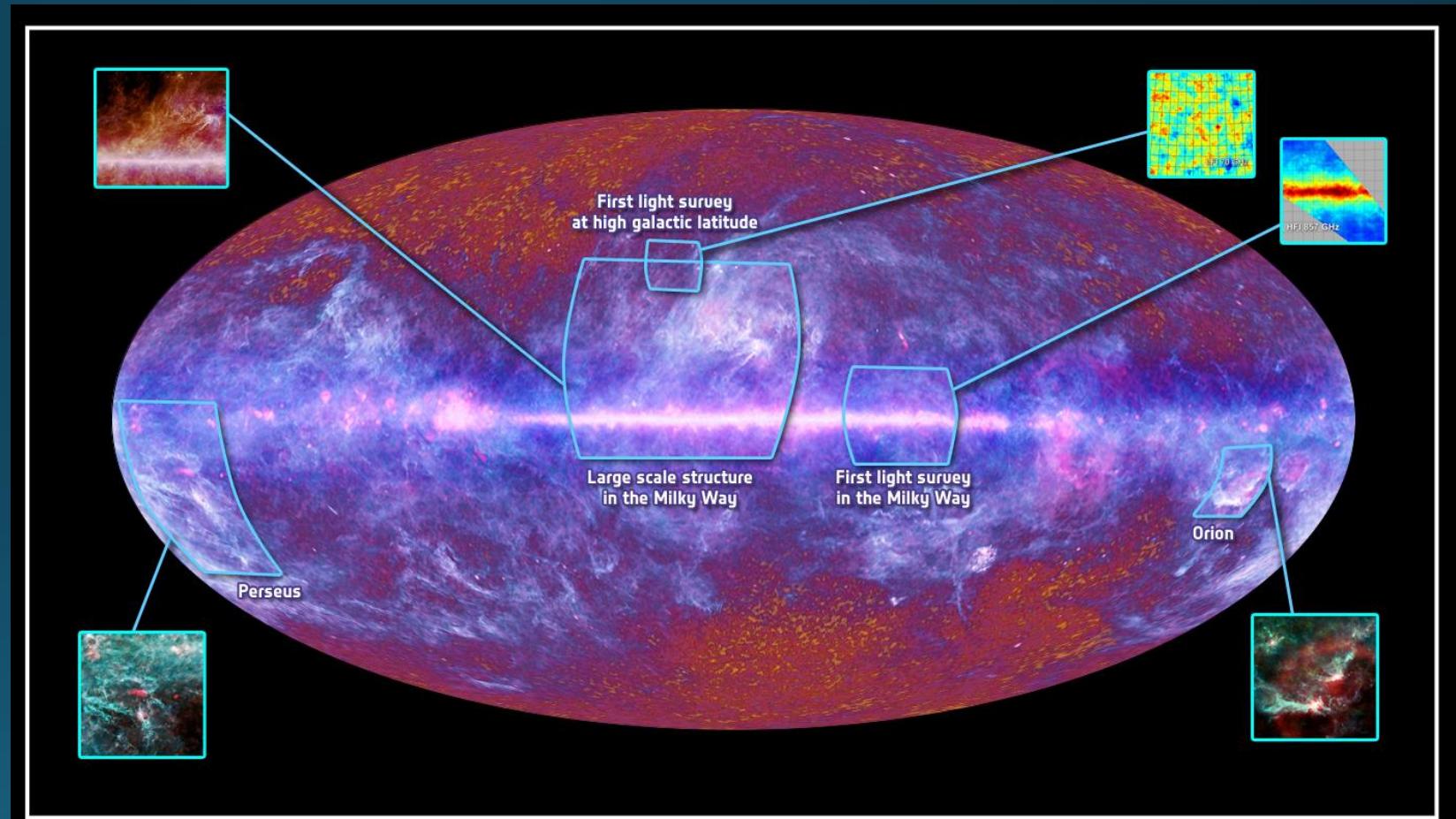
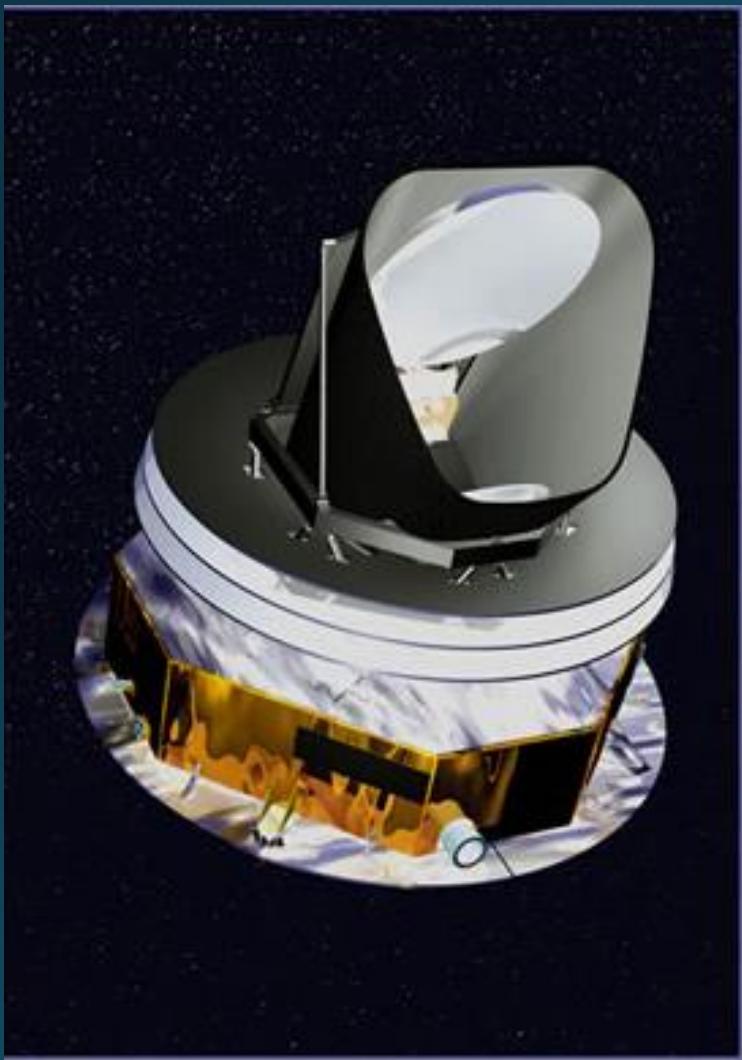
Спутник WMAP (США)

Задача инструмента — изучение микроволнового (реликтового) фона, несущего информацию о молодой Вселенной.

То есть это космологический прибор.

Однако, поскольку на реликтовое излучение накладывается излучение нашей Галактики, спутник получил важнейшую информацию о свойствах нашей звездной системы.

Результаты спутника Planck

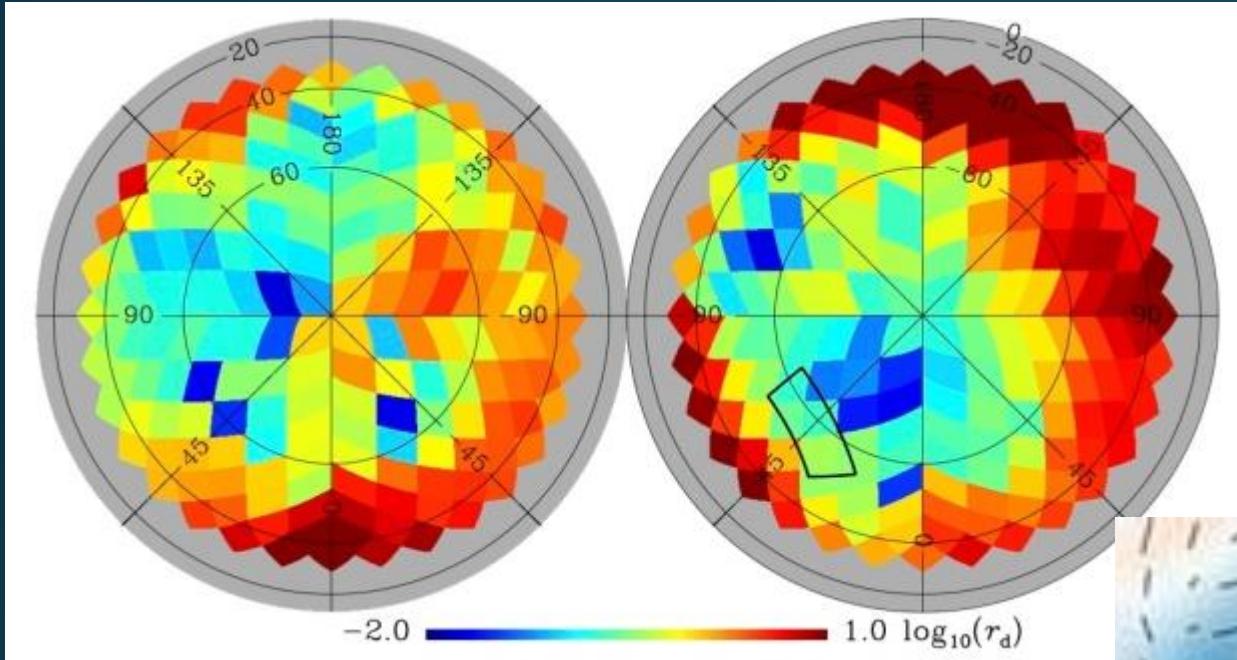


(c) ESA, HFI and LFI consortia, July 2010

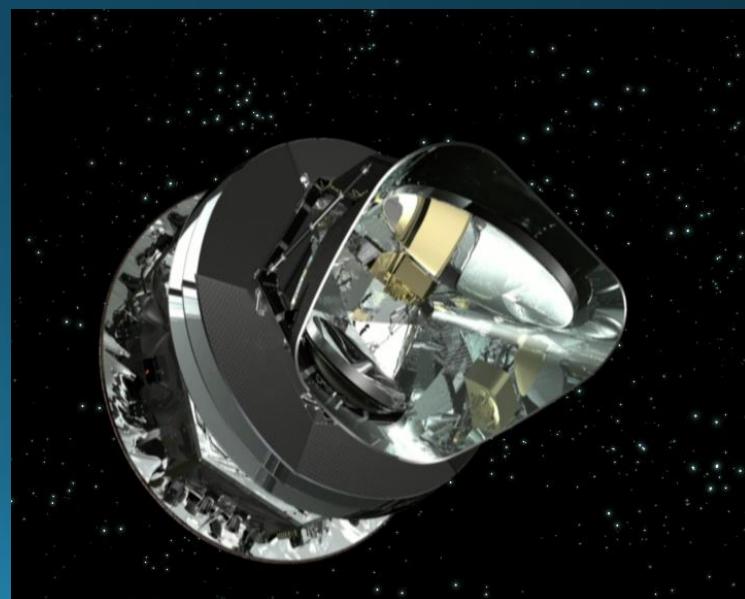
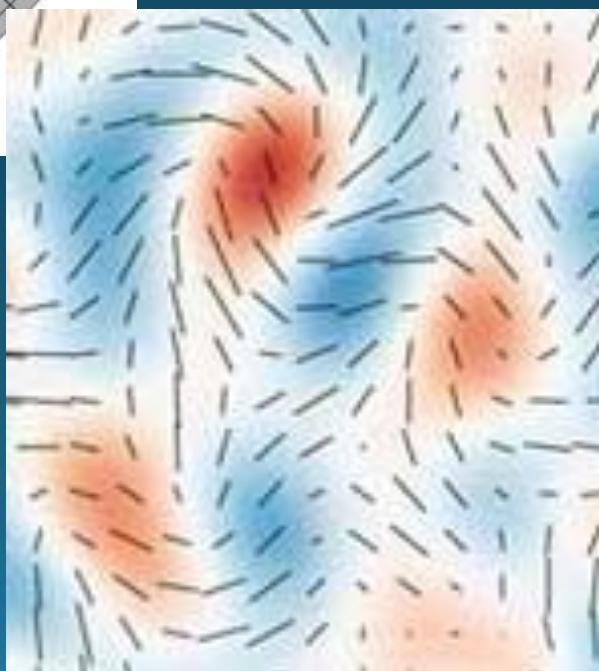
Наблюдения микроволнового фона на 100 - 857 ГГц

BICEP2 vs. Planck

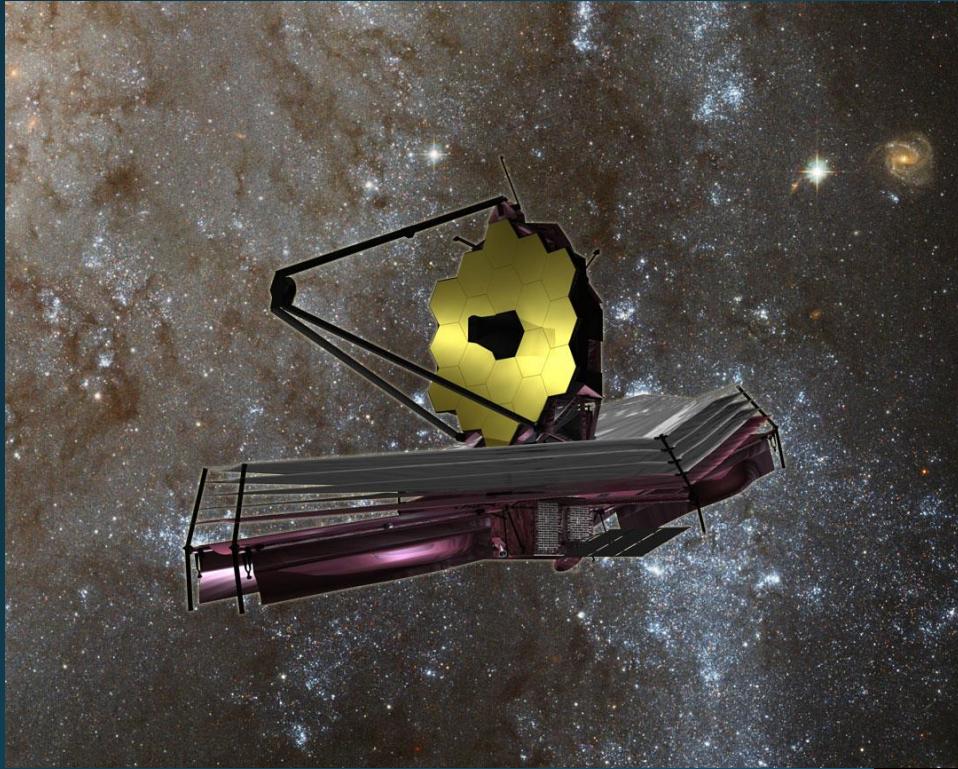
1409.5738



Установить истину помогло то, что Планк
может наблюдать все небо на разных частотах.

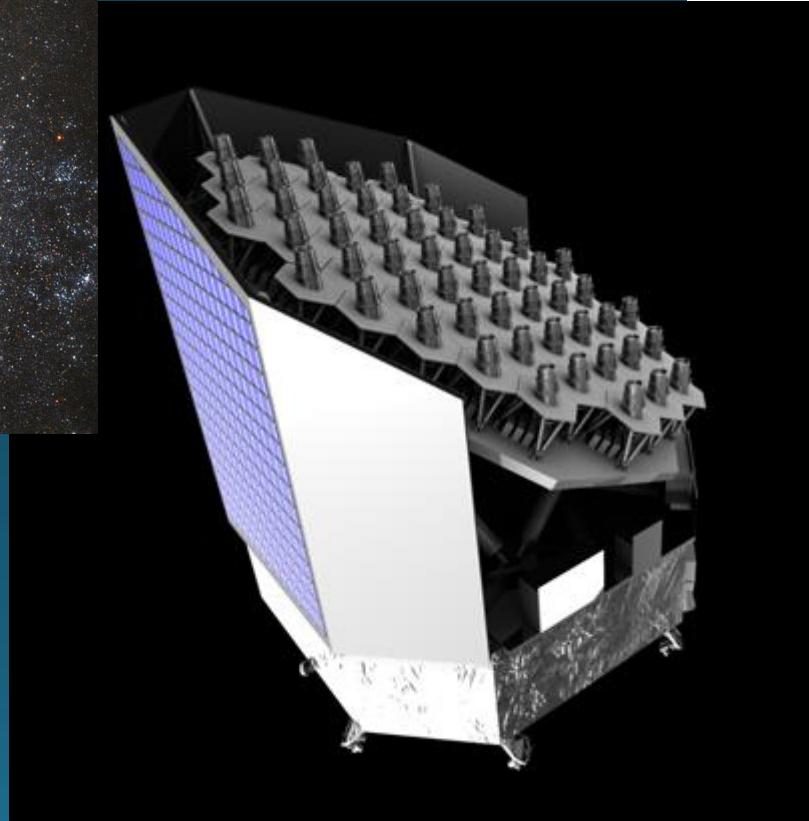


Астрономия XXI века



JWST (2018)

Plato (2024)



ATHENA (2028)

