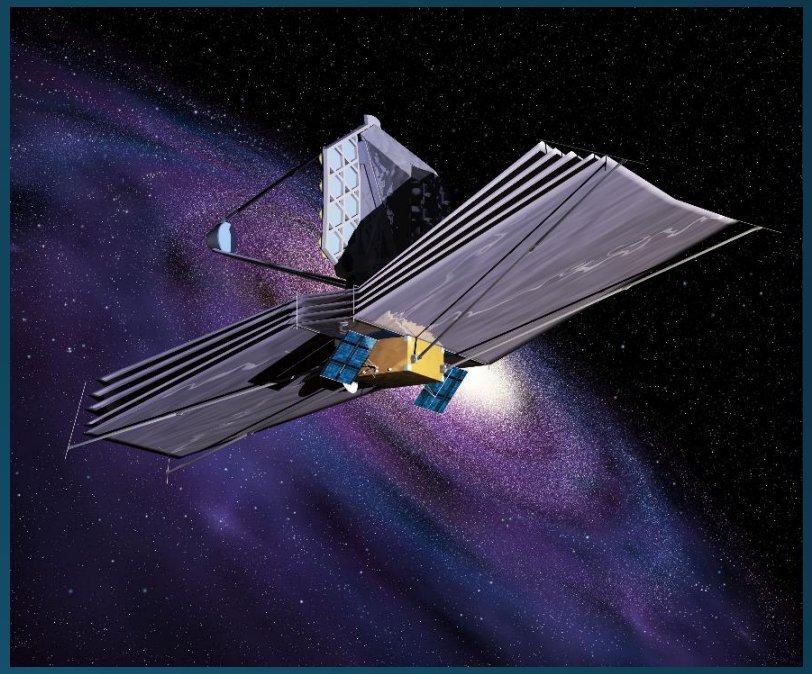
Астрономические наблюдения из космоса

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.



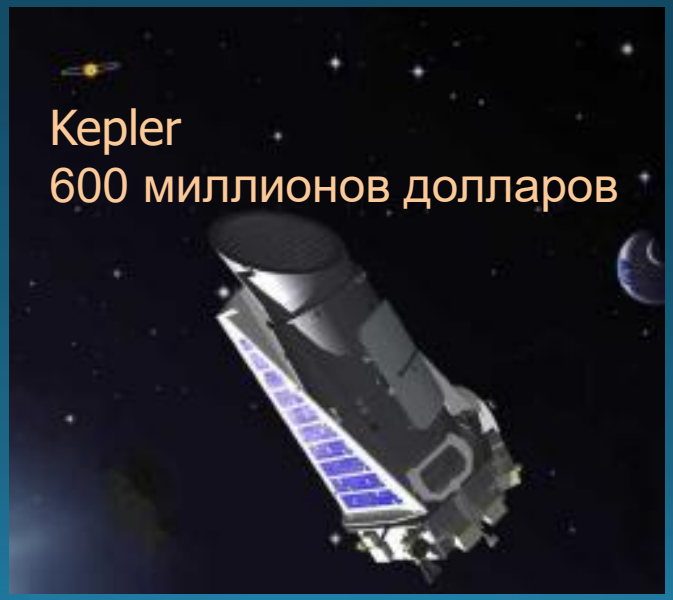
Космический телескоп имени Джеймса Вебба (США)
Стоимость создания: > $5 млрд.
Стоимость десятилетней эксплуатации: > $1 млрд.

Сравним.....

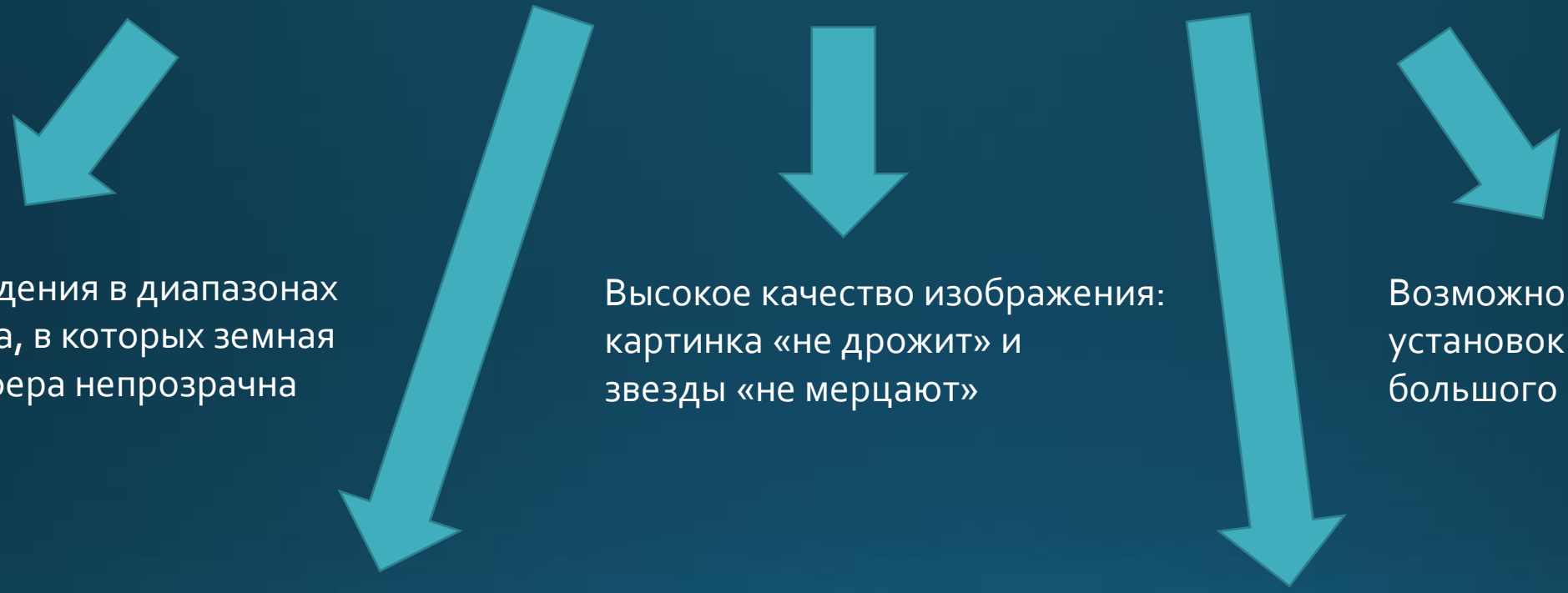
http://content.time.com/time/photogallery/0,29307,1912203_1913321,00.html

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

wikipedia.org



Наблюдения из космоса



Наблюдения в диапазонах спектра, в которых земная атмосфера непрозрачна

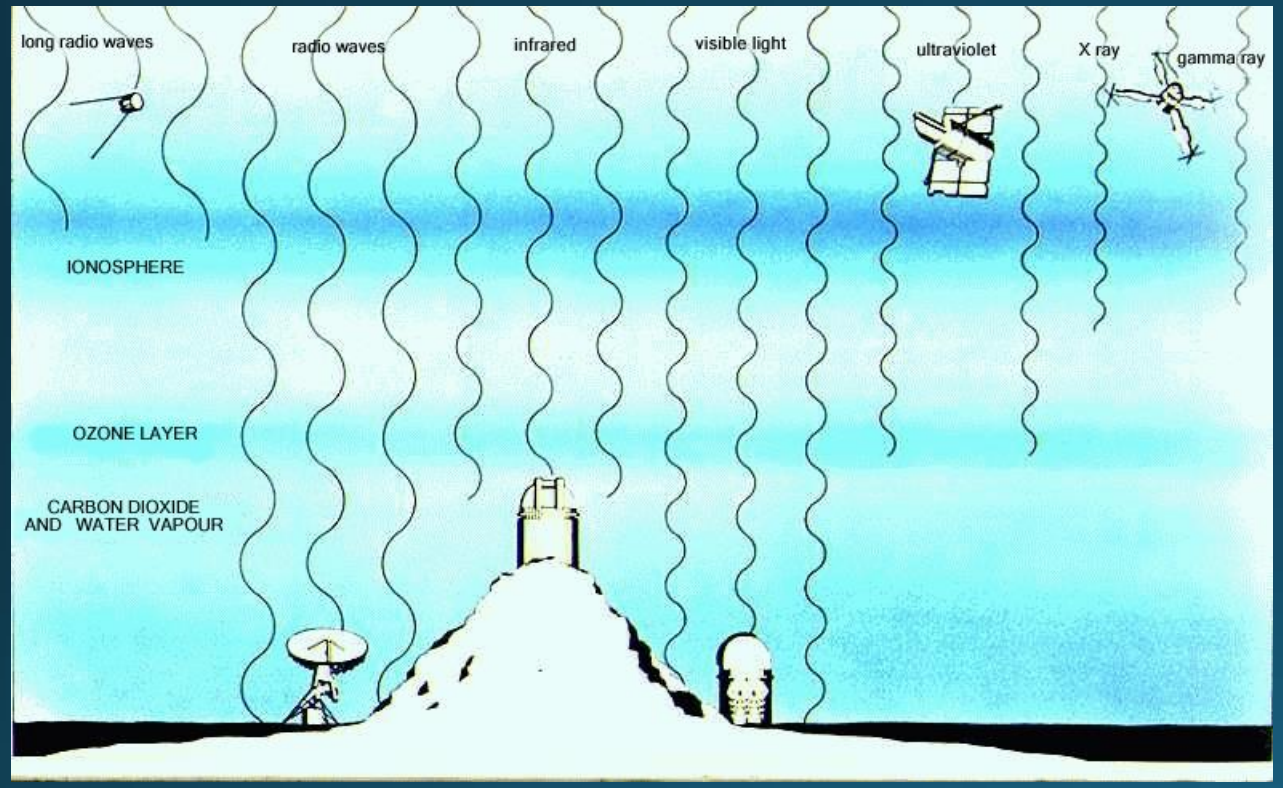
Всегда хорошая погода

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

Доступно все небо

Возможно создание установок очень большого размера

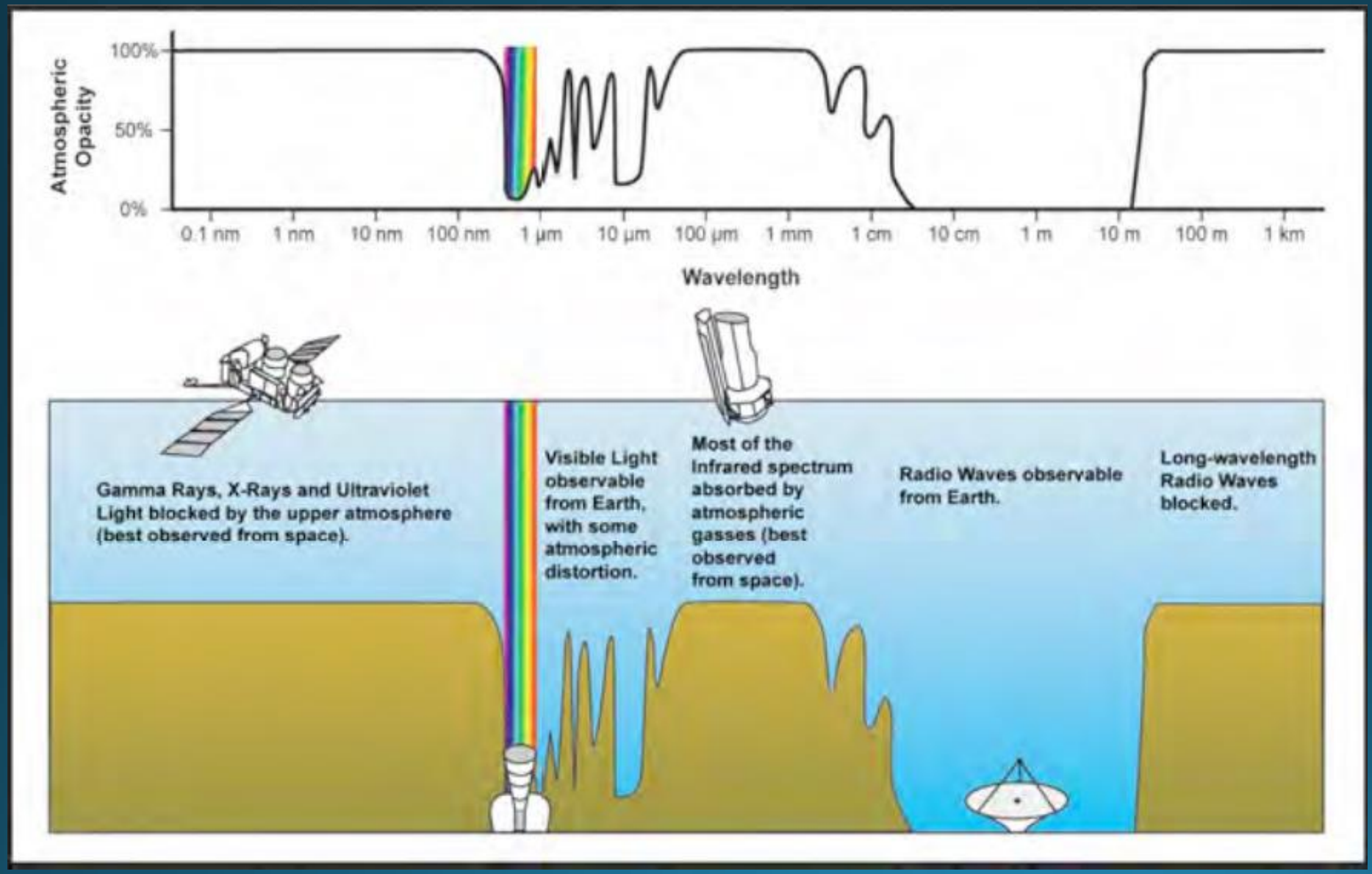
Наблюдения из космоса



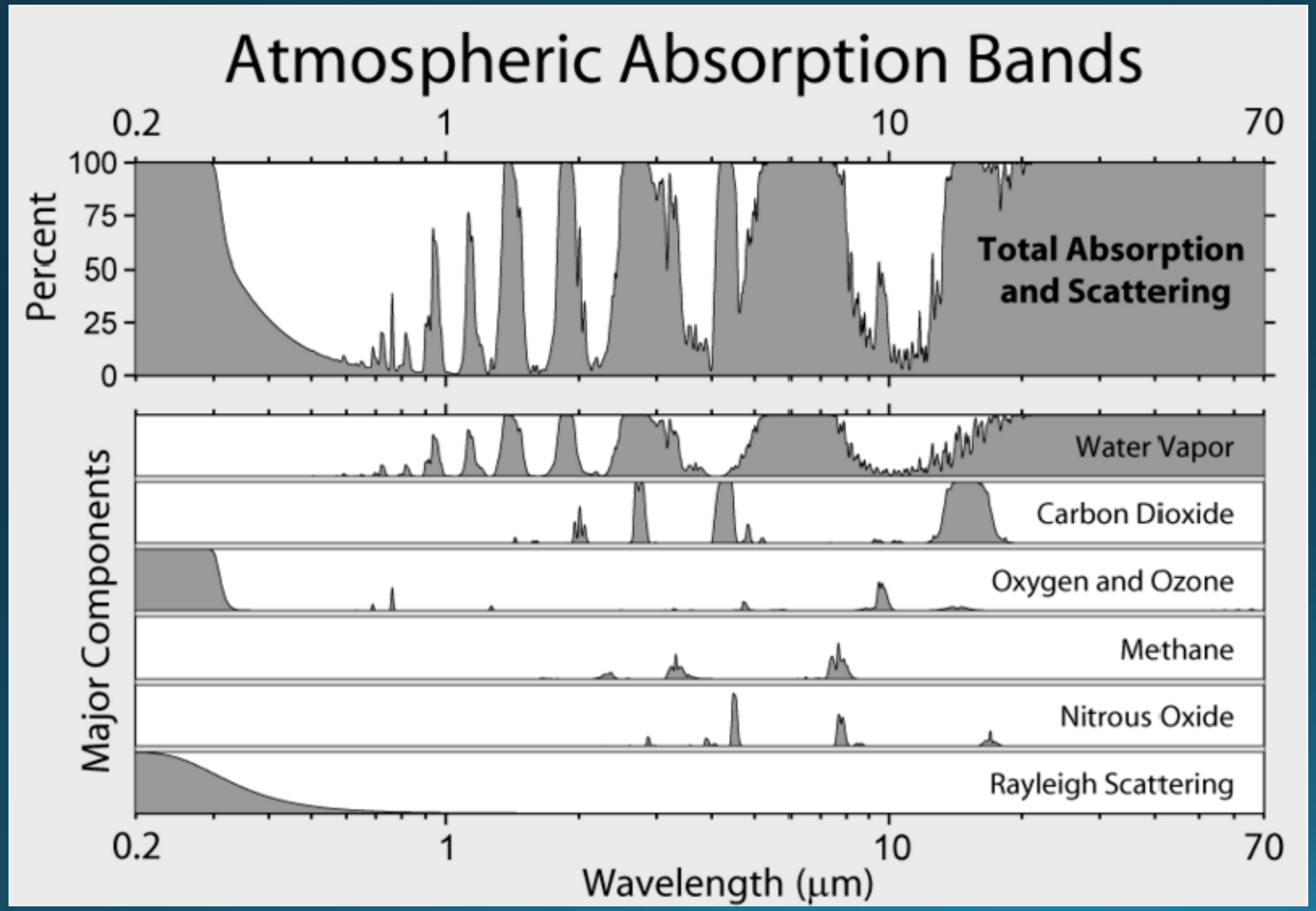
Поглощение

Мерцание

Поглощение в атмосфере

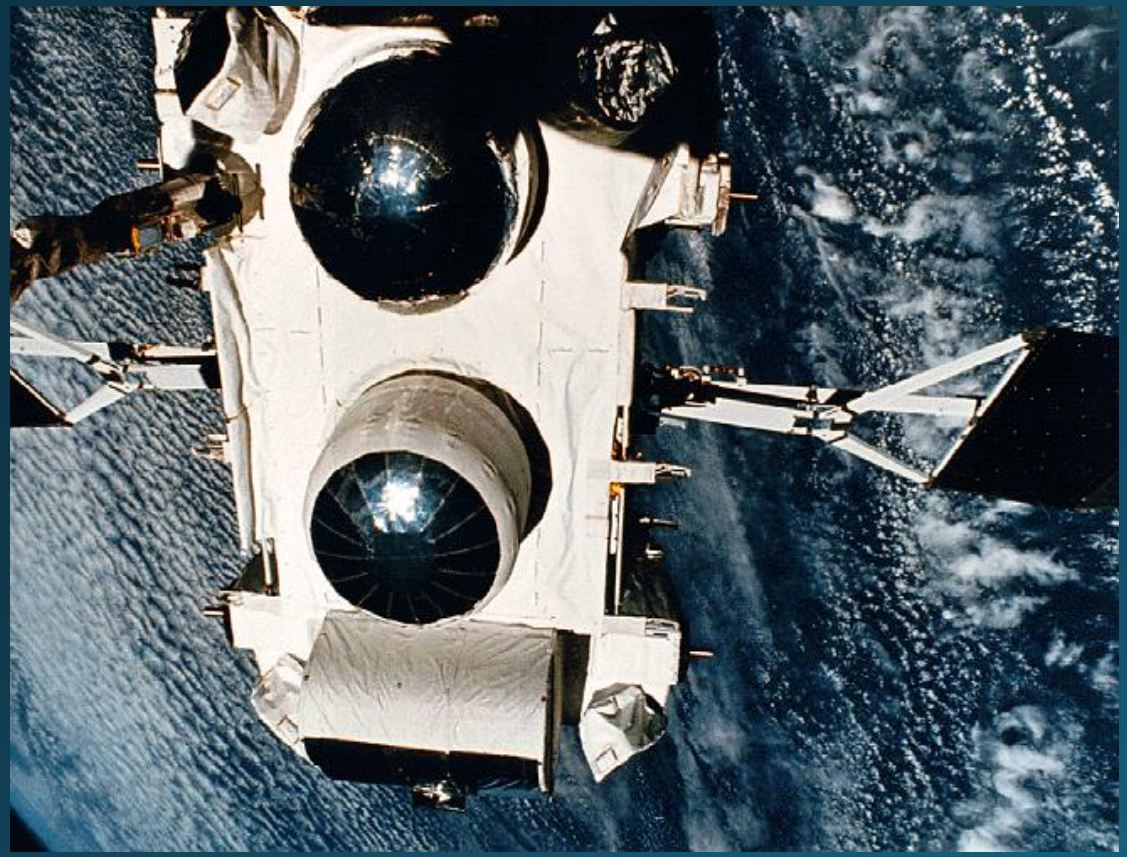


Поглощение в УФ и ИК



1102.4955

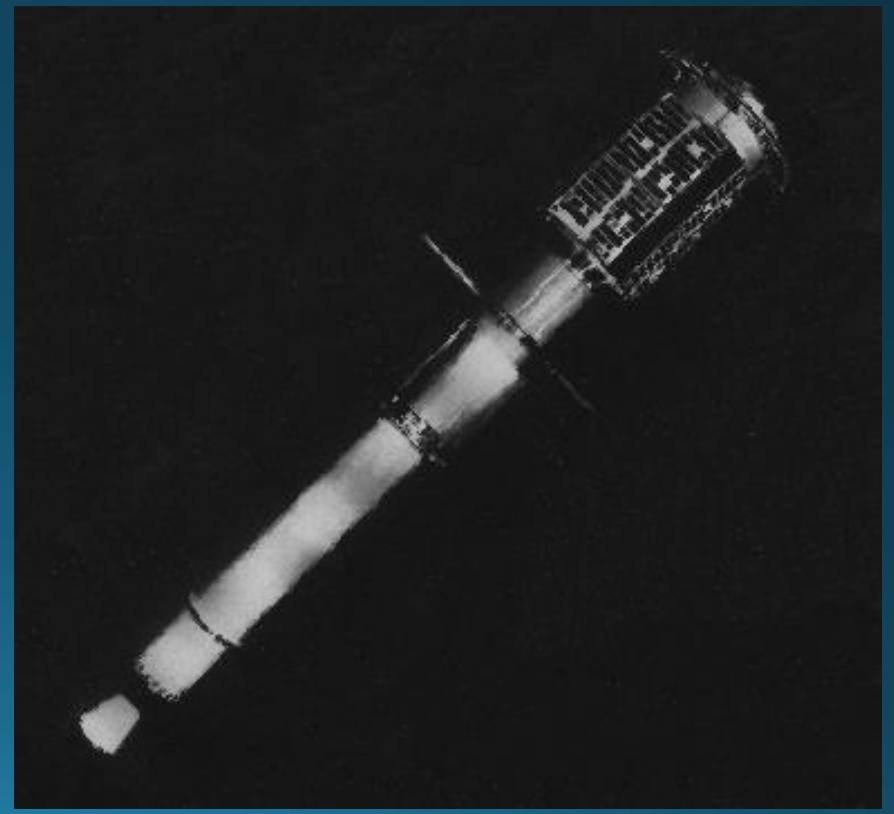
Гамма-астрономия в космосе



Комптоновская гамма обсерватория

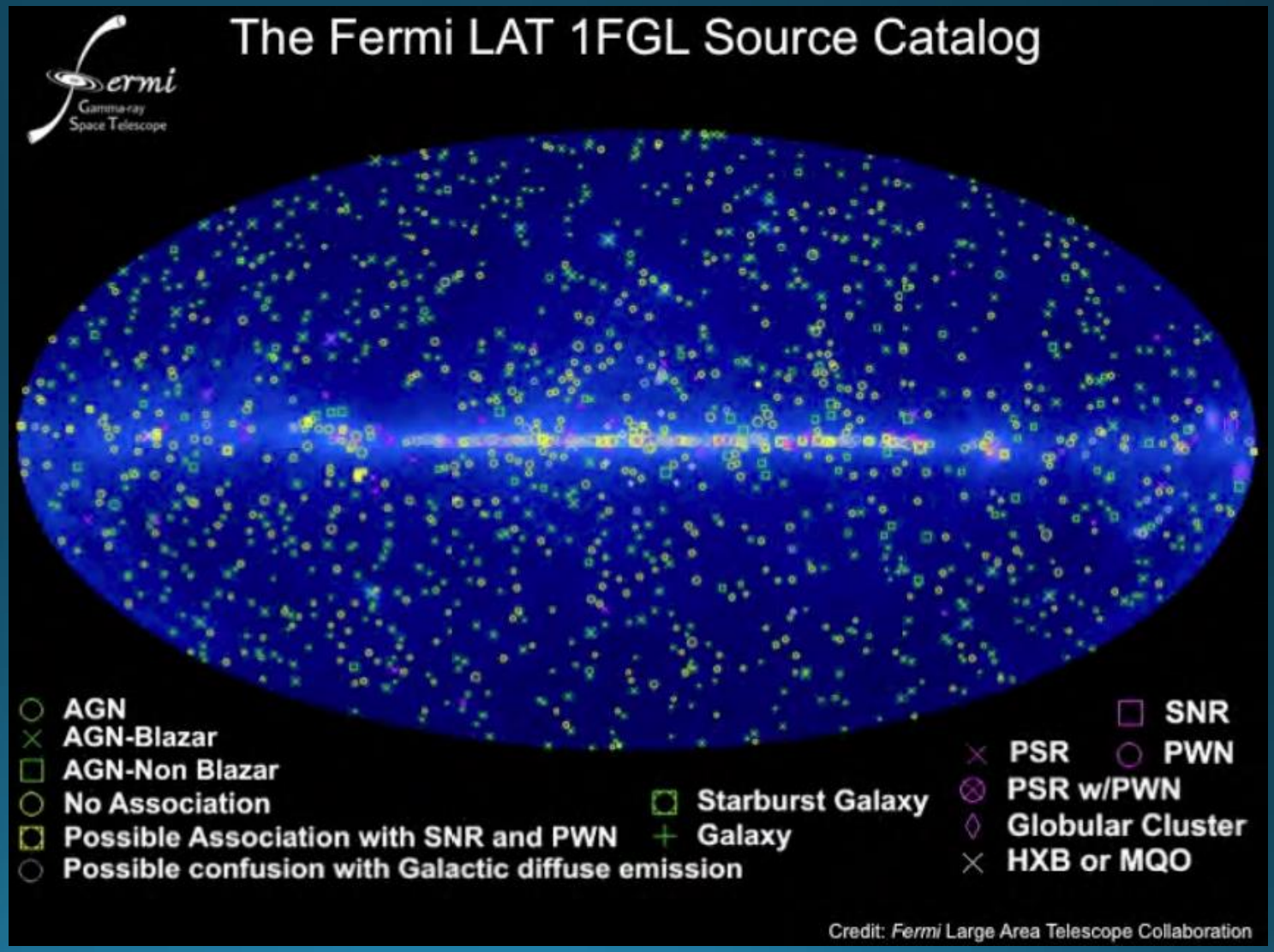
Самое жесткое излучение.

Многие неистовые процессы приводят именно к излучению гамма-квантов.



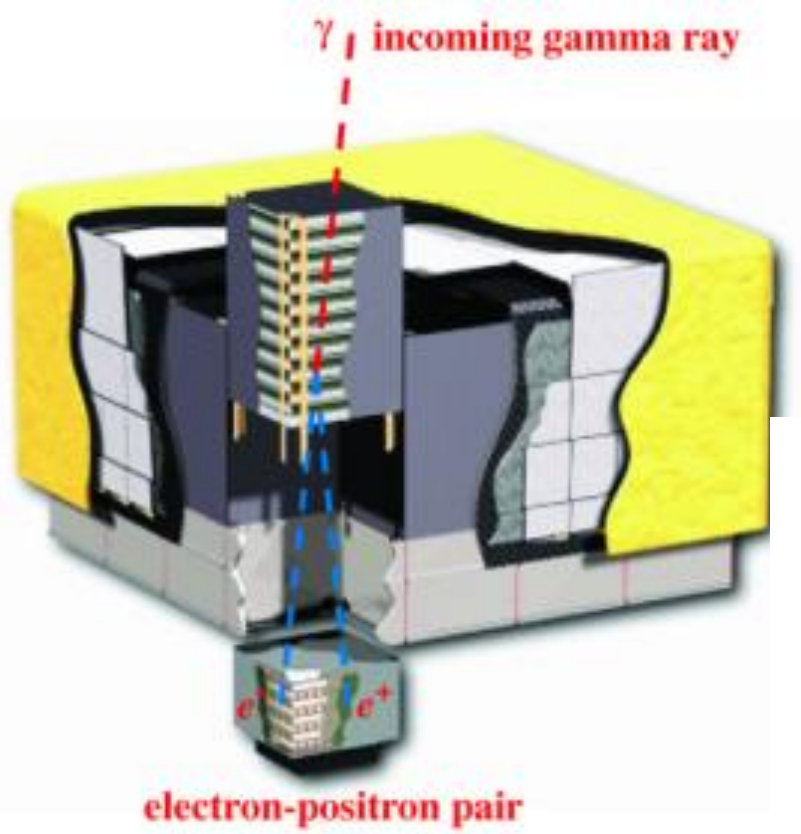
Explorer 11

Fermi – современная гамма-обсерватория

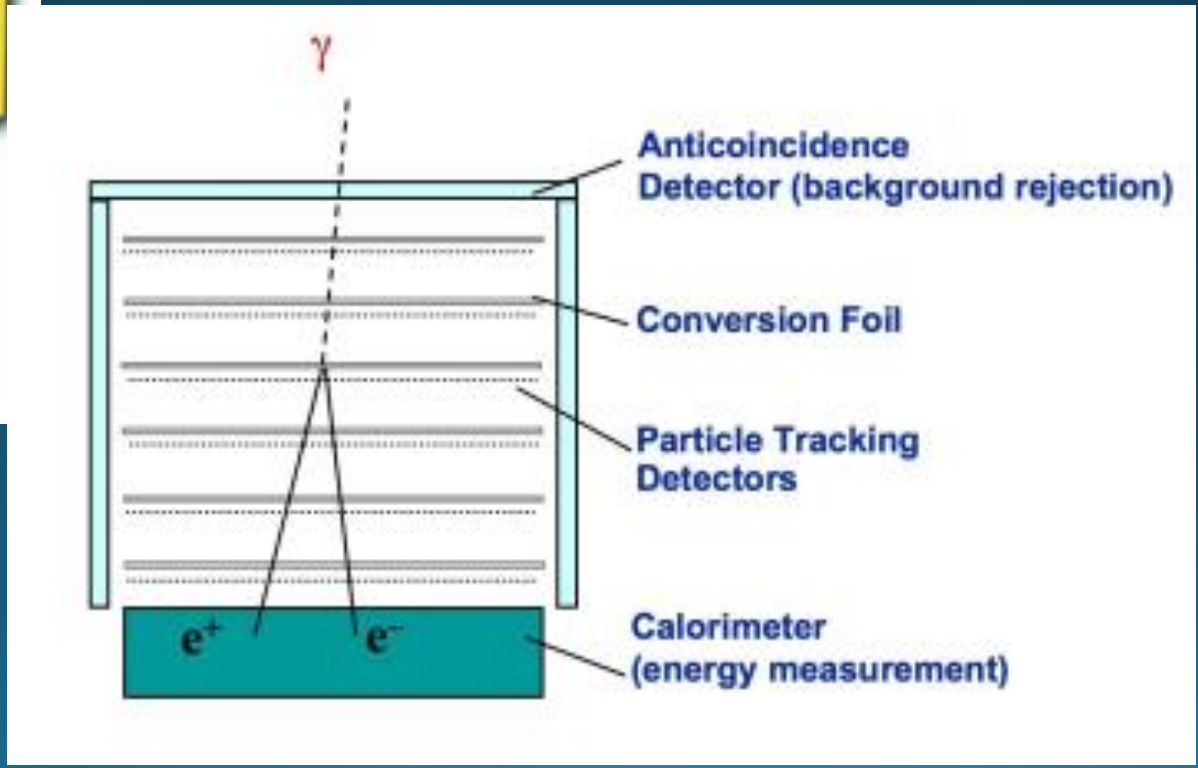


Устройство детектора Ферми LAT

www-glast.stanford.edu

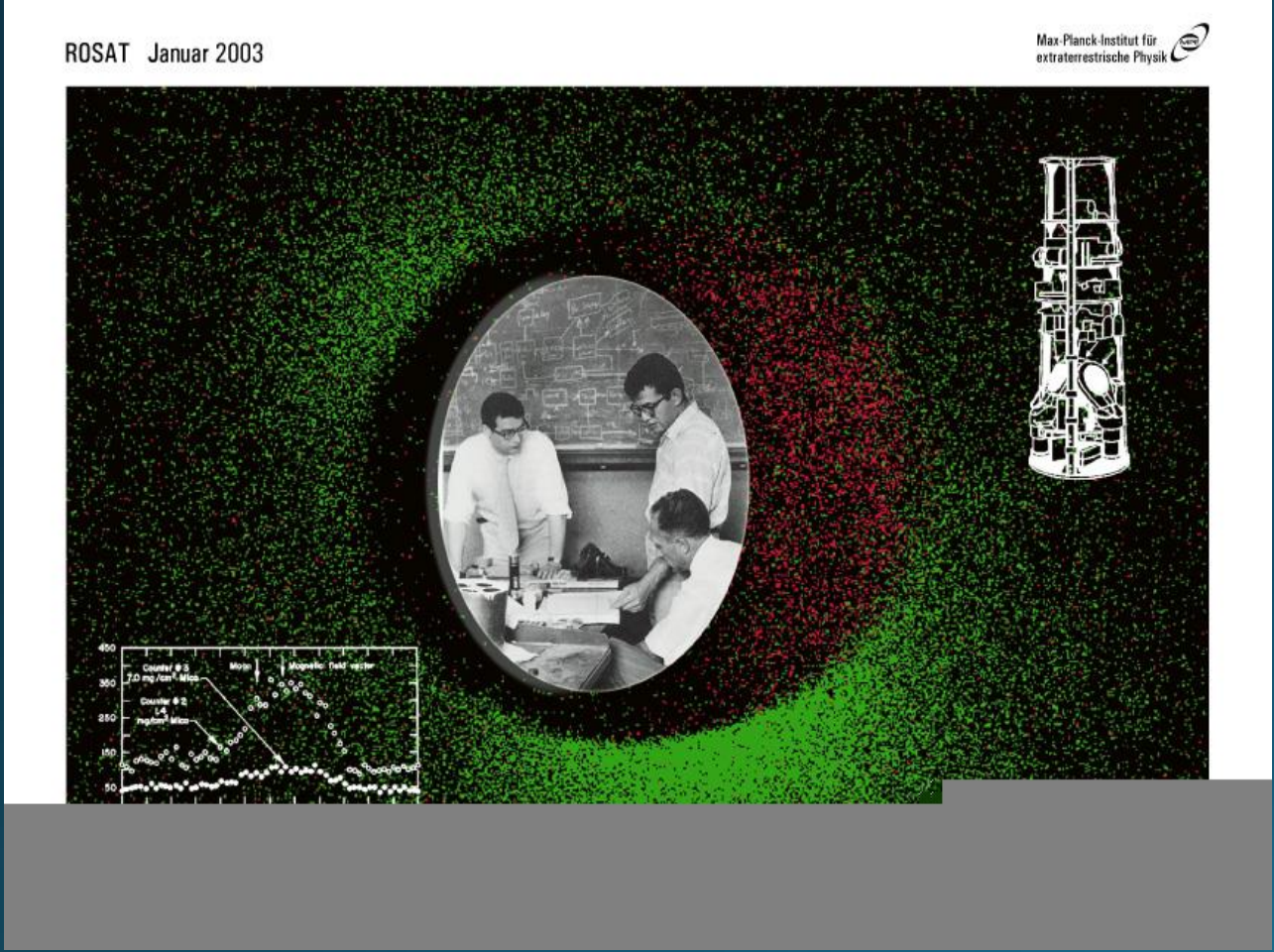


Large Area Telescope
Нет фокусировки.
Регистрируются частицы.
Причем – вторичные!

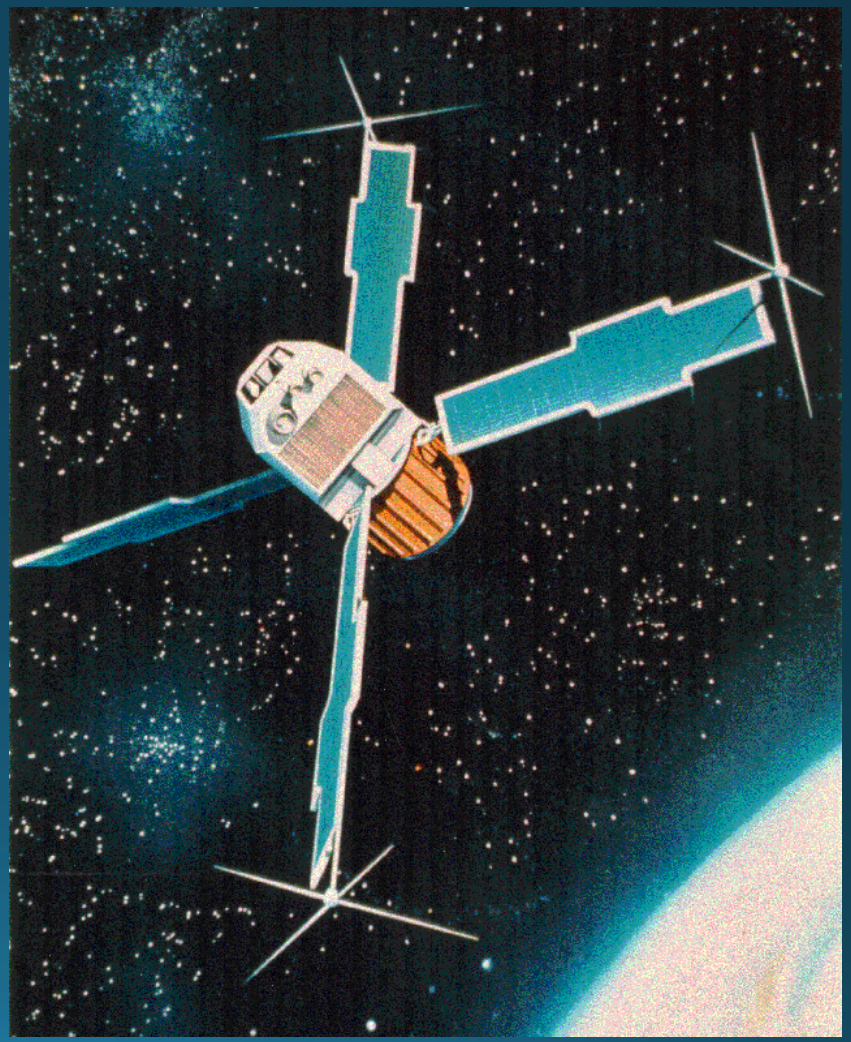


Для настройки прибора его надо калибровать.
В случае Ферми это проводилось в ЦЕРНе.

Рентгеновская астрономия



Первые ракетные заупски детекторов начались после войны на трофейных ФАУ.



UHURU (1970)

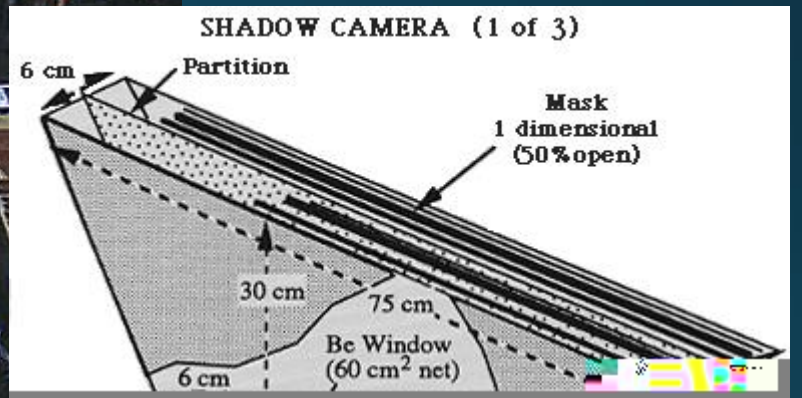
Рентген vs. Оптика

Созвездие Орион и Луна

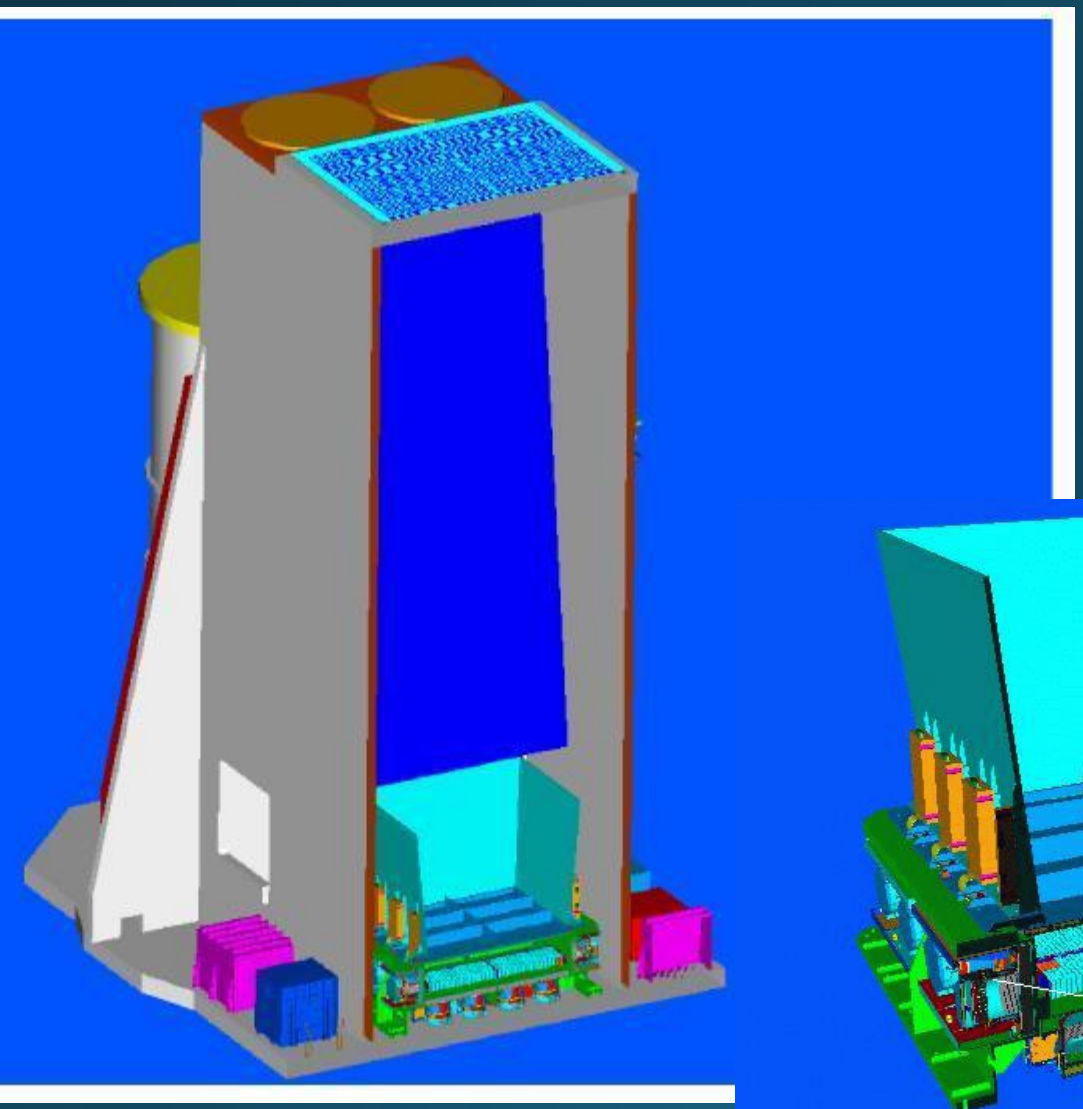
RXTE

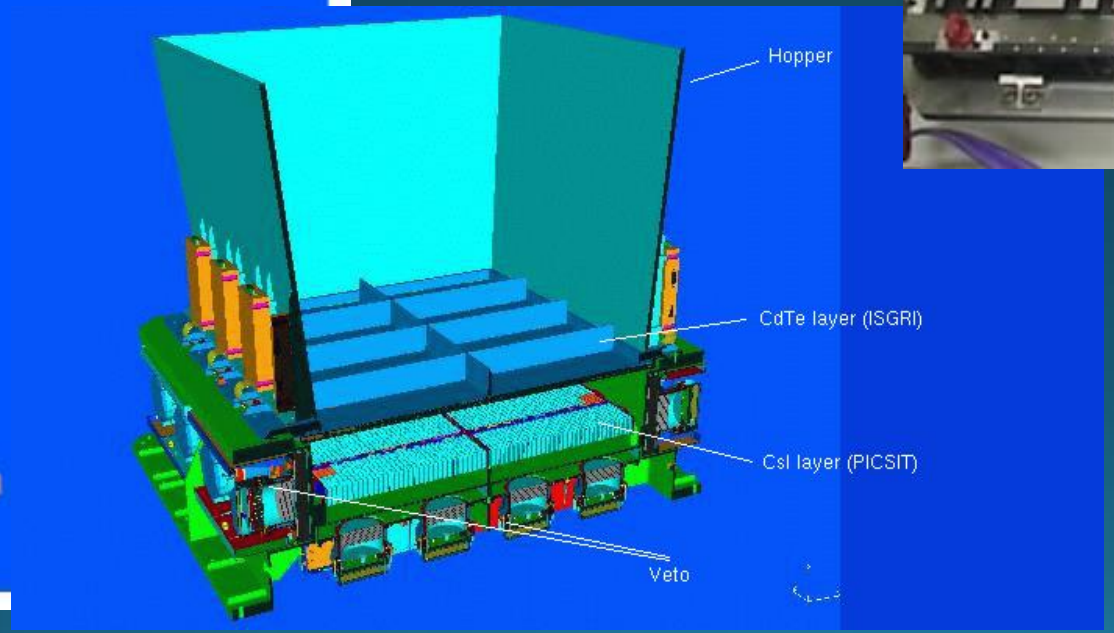
Пропорциональные счетчики

ASM



Кодирующие маски. Integral



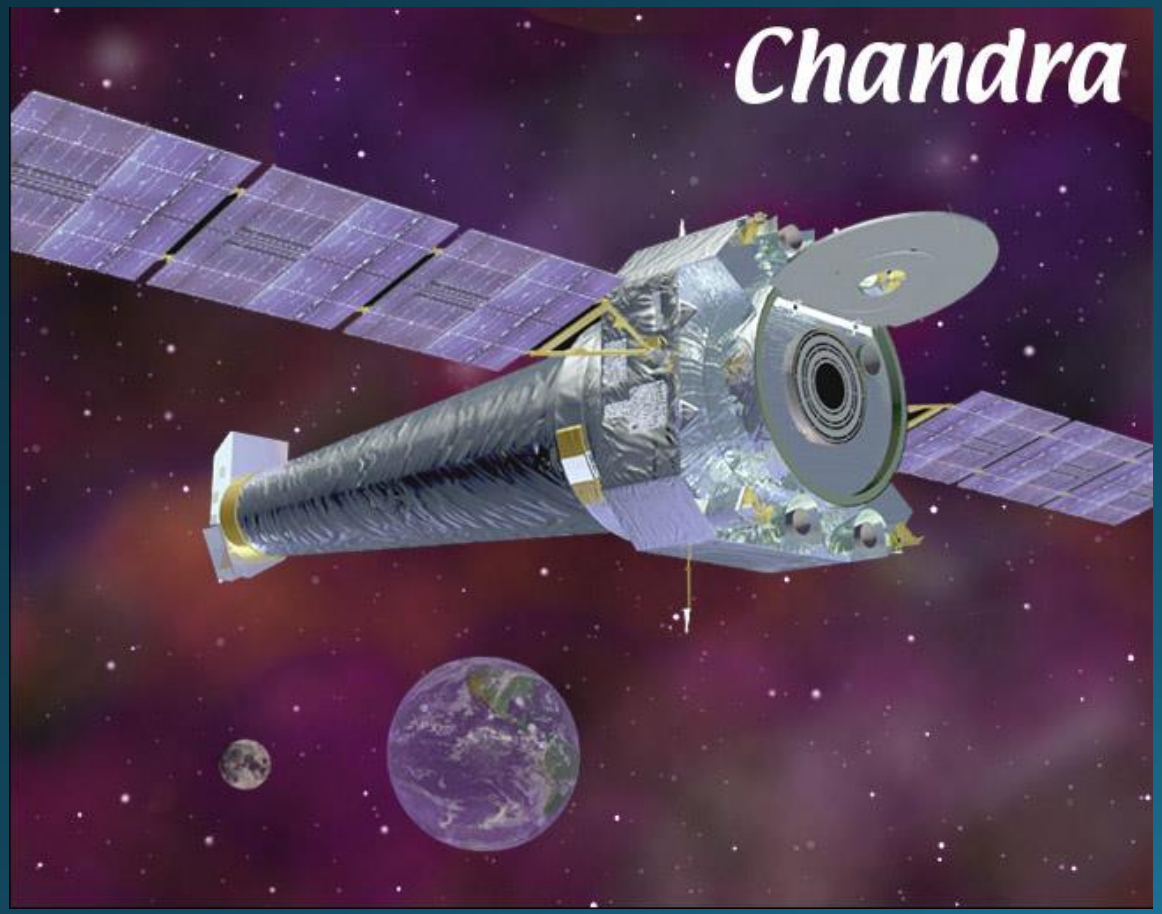


http://ipl.uv.es/?q=es/content/page/ibis-coded-mask

http://integral.esa.int/integ_payload_imager.html

Современная рентгеновская астрономия

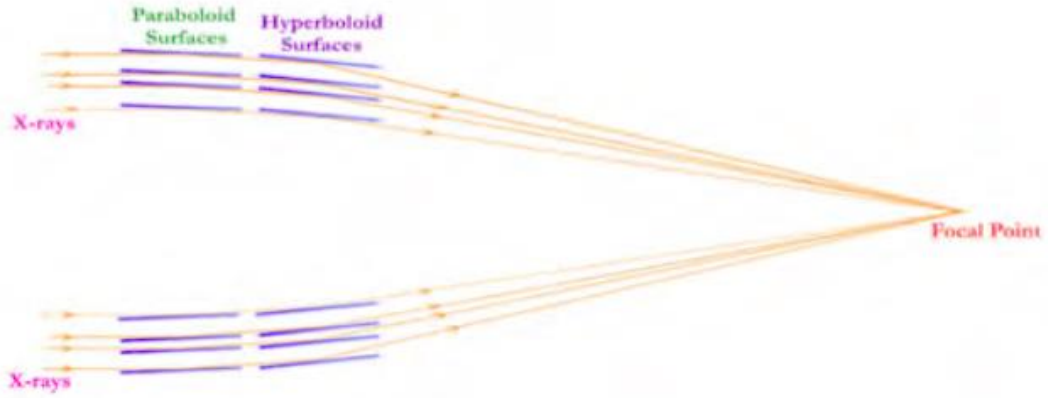
Фокусирующая оптика

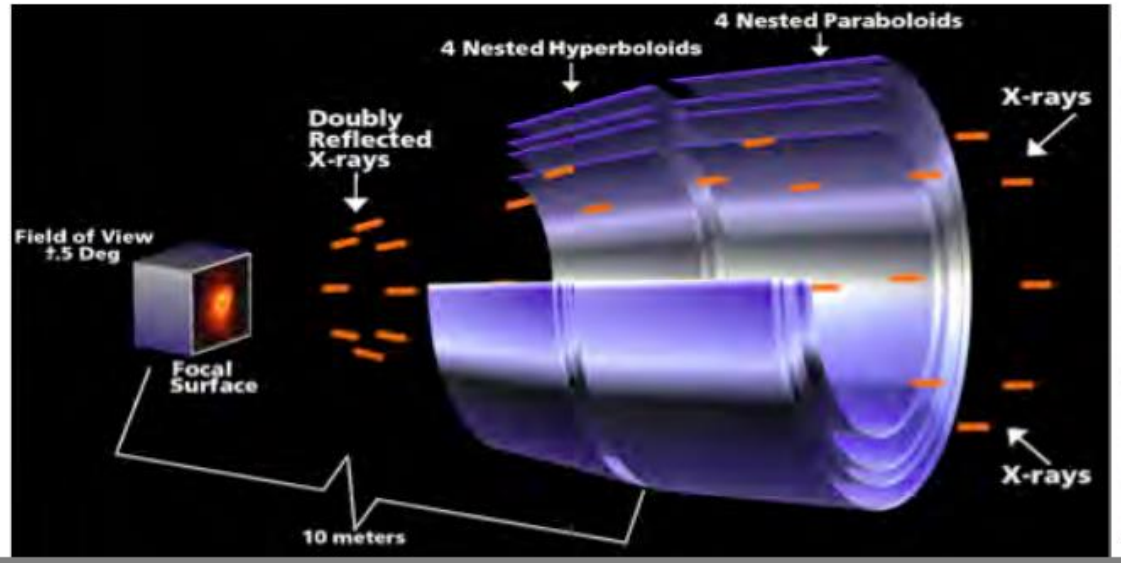


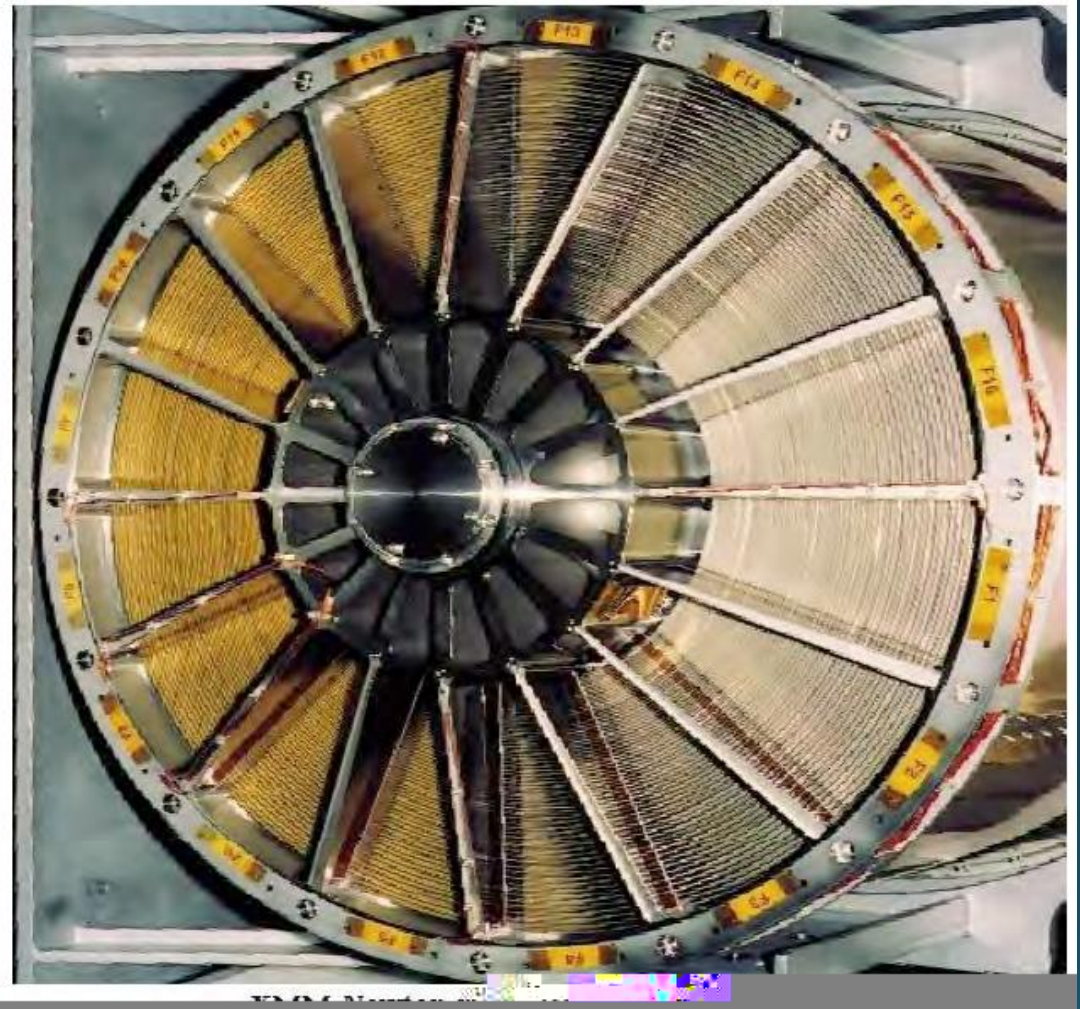
Chandra

XMM-Newton

Зеркала косого падения для рентгеновских телескопов



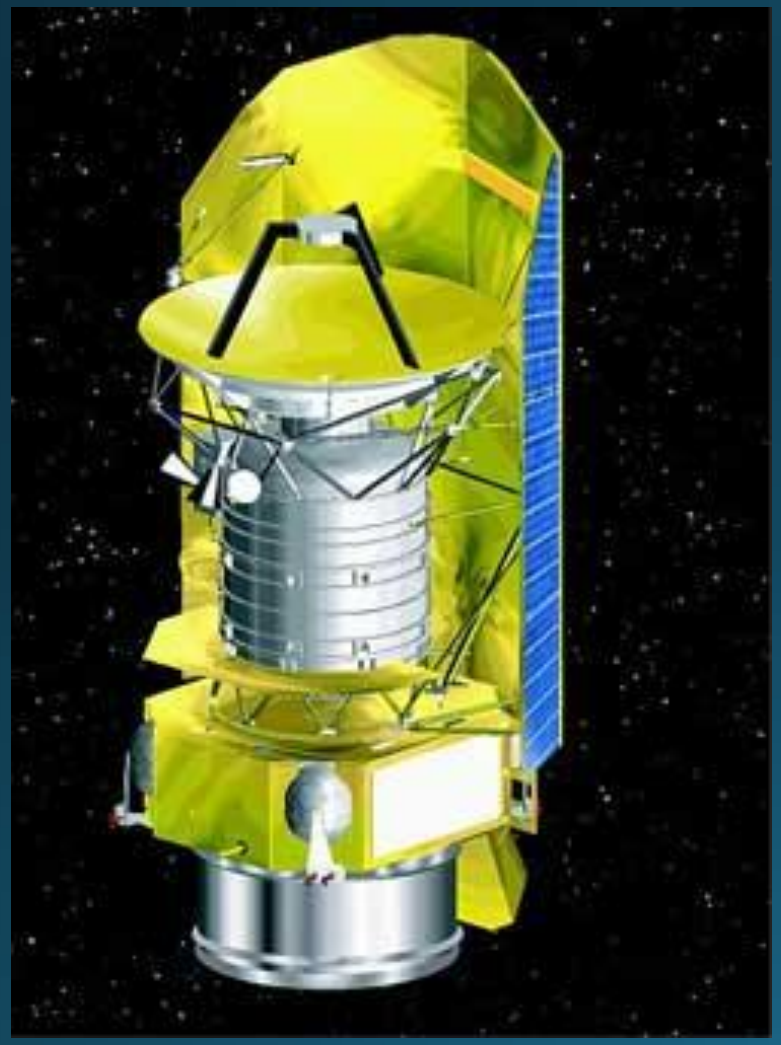




1102.4955

NuSTAR

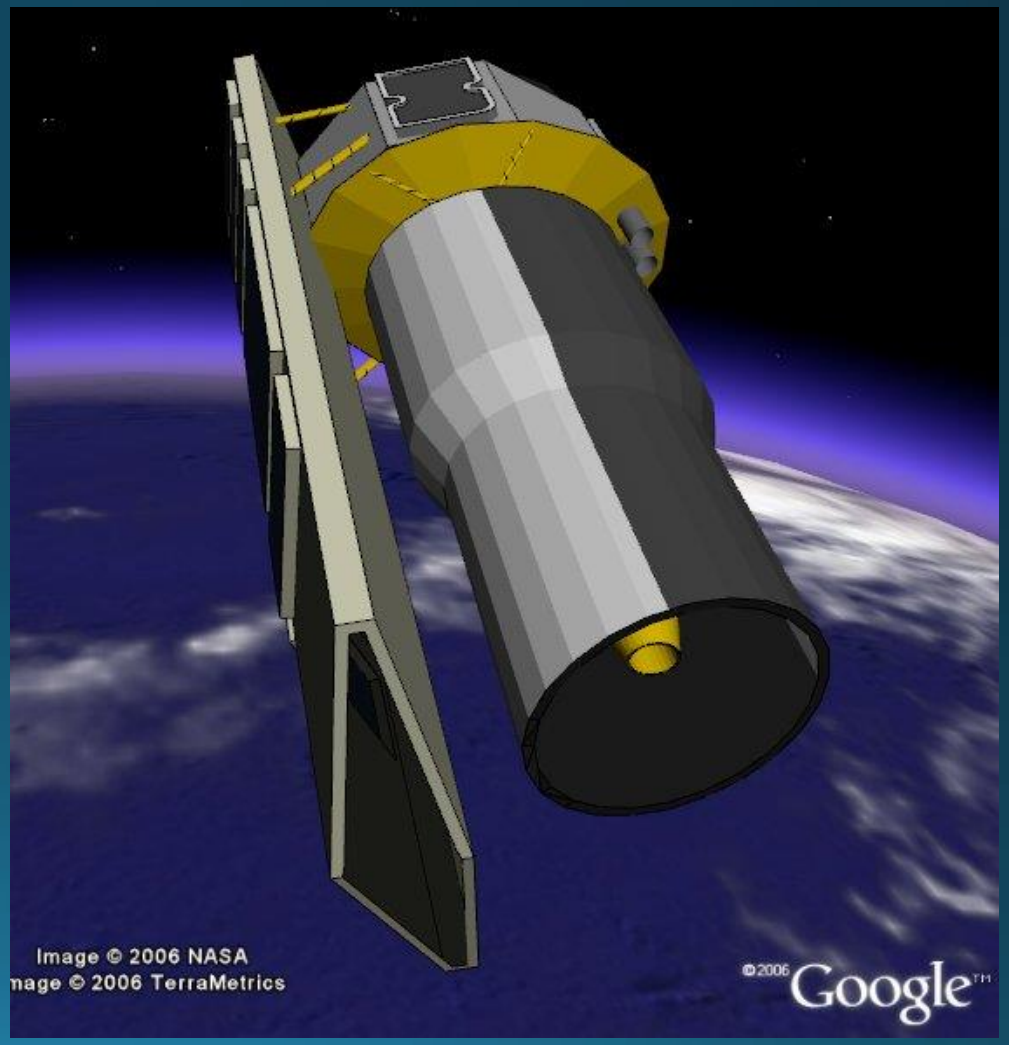
Инфракрасная астрономия



Многие астрофизические процессы лучше наблюдать в ИК диапазоне.

В первую очередь – рождение звезд и планет.

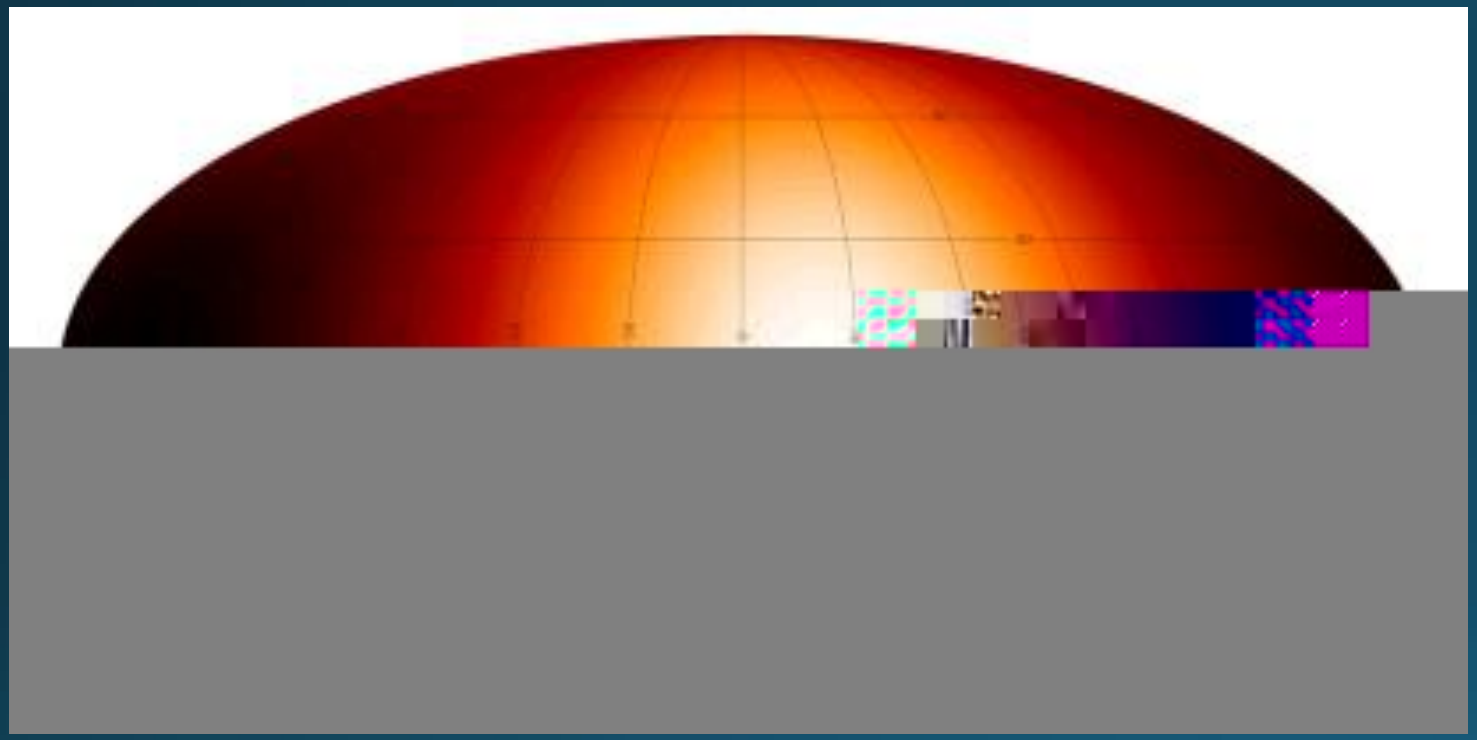
Необходимо охлаждение аппаратуры, что приводит к короткому сроку работы.



Гершель

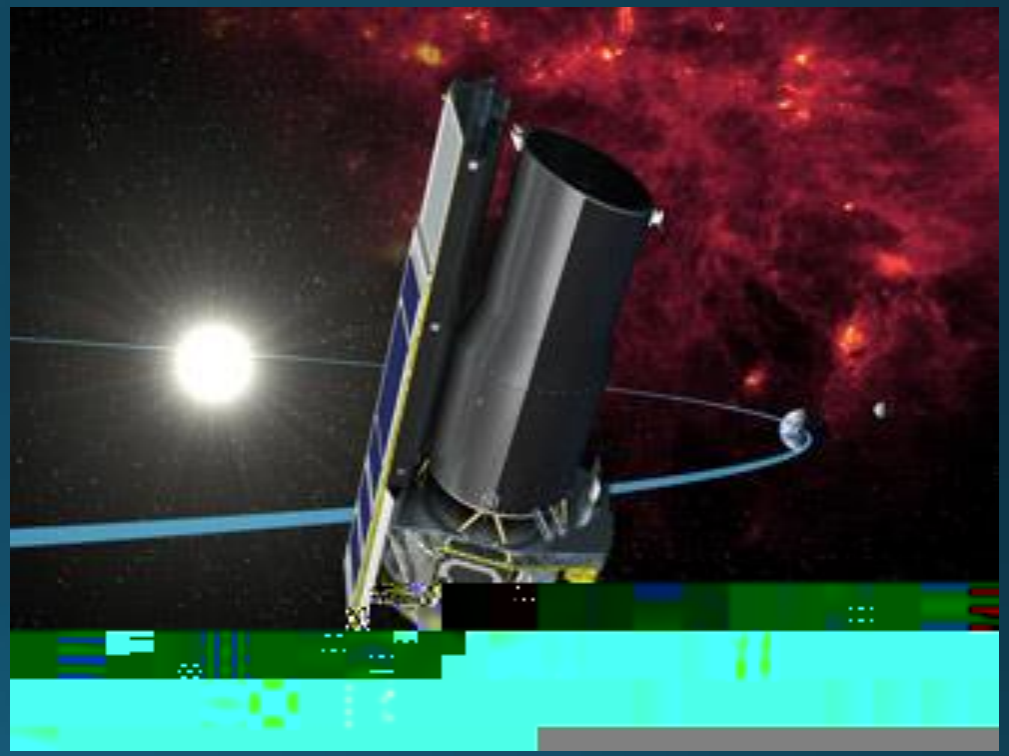
Спитцер

Карта экзопланеты HD 189733b



1202.1883

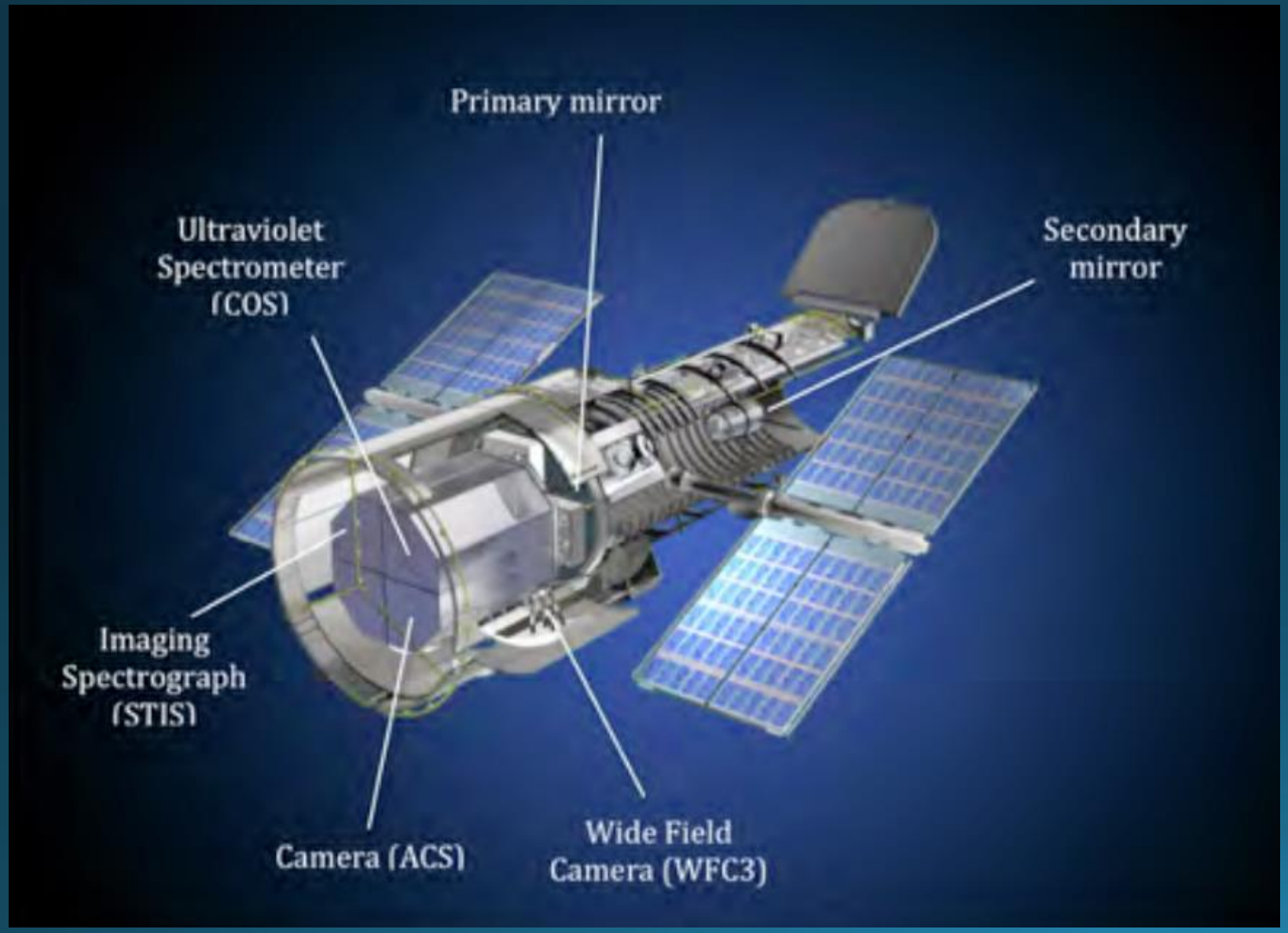
По данным о затмениях удалось построить карту экзопланеты. Горячее пятно в экваториальной области.



Инфракрасная космическая обсерватория имени Спитцера.

Carina nebula

Приборы Хаббла

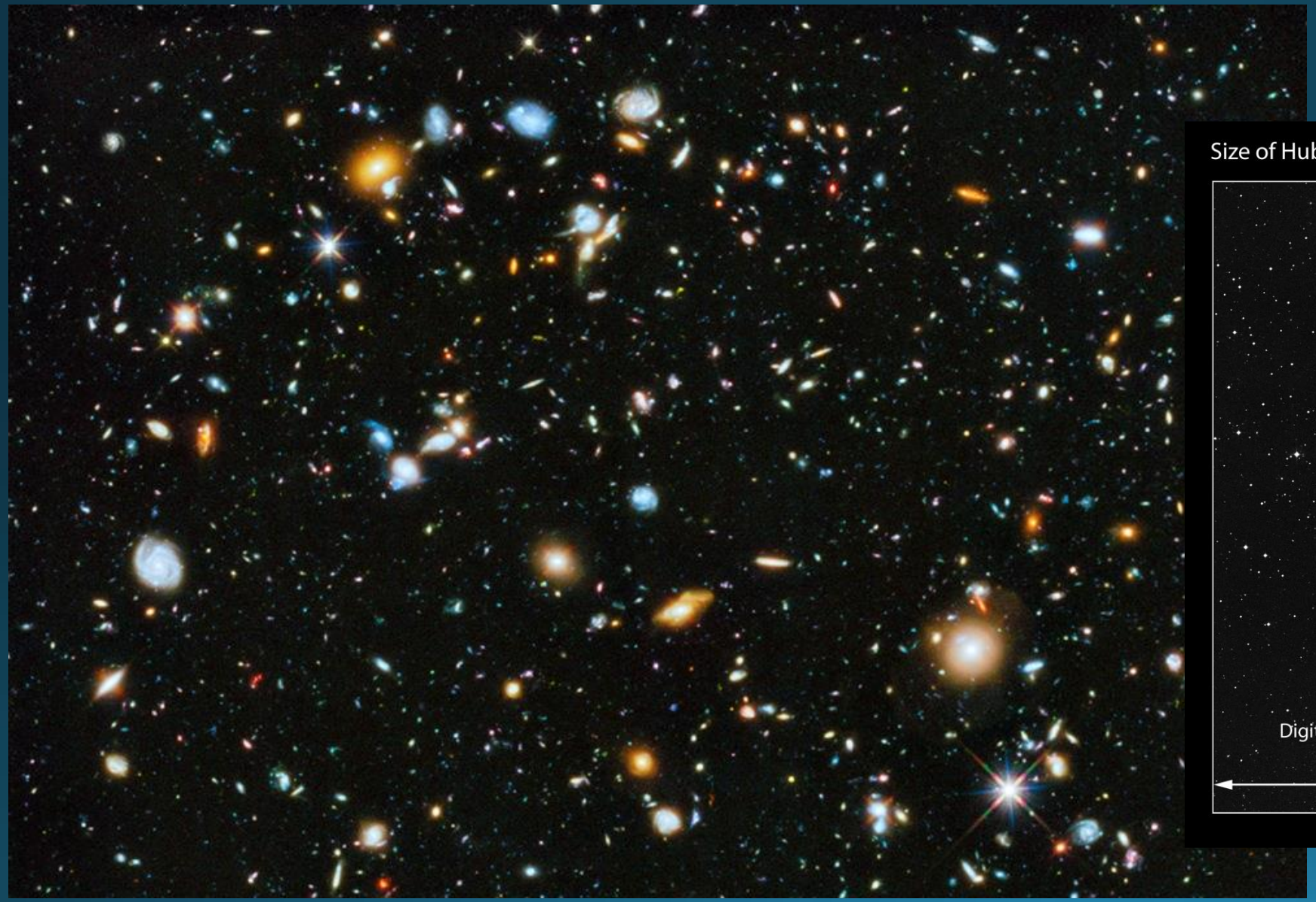


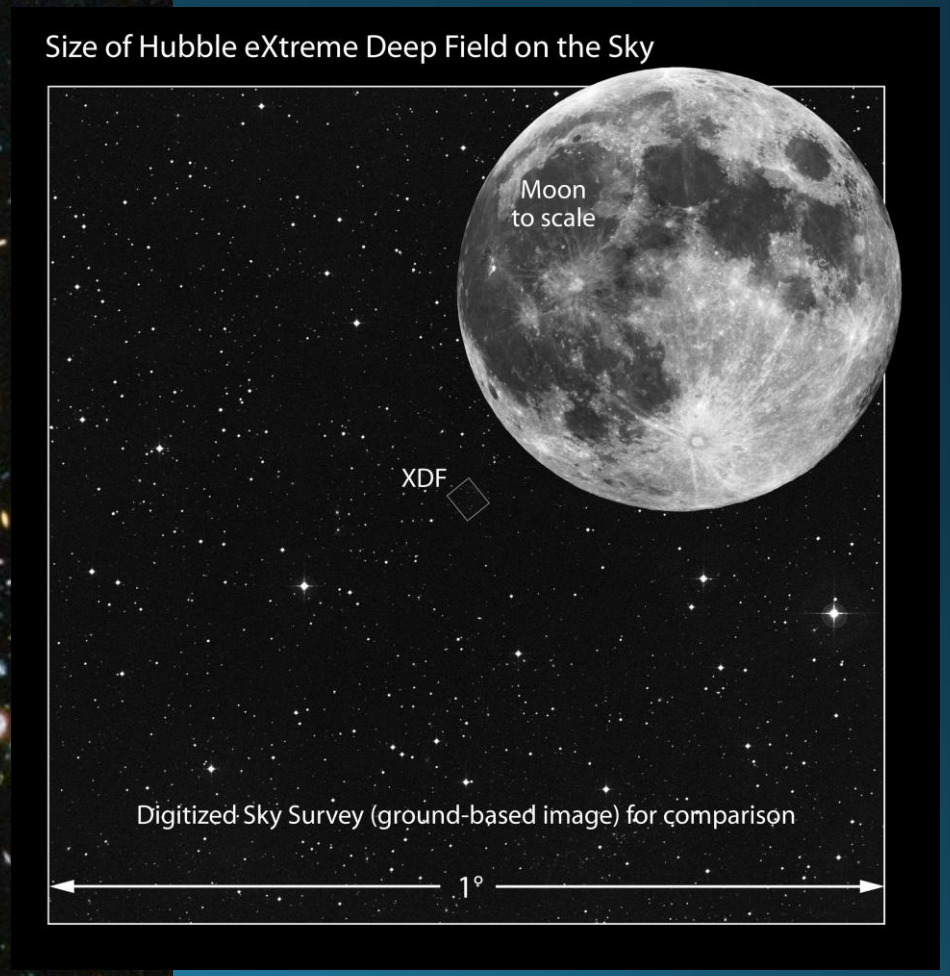
Телескоп может строить изображения и получать спектры в видимом, ИК и УФ диапазонах спектра.

Наблюдение объектов
до 31 звездной величины

1102.4955

Глубокое поле Хаббла

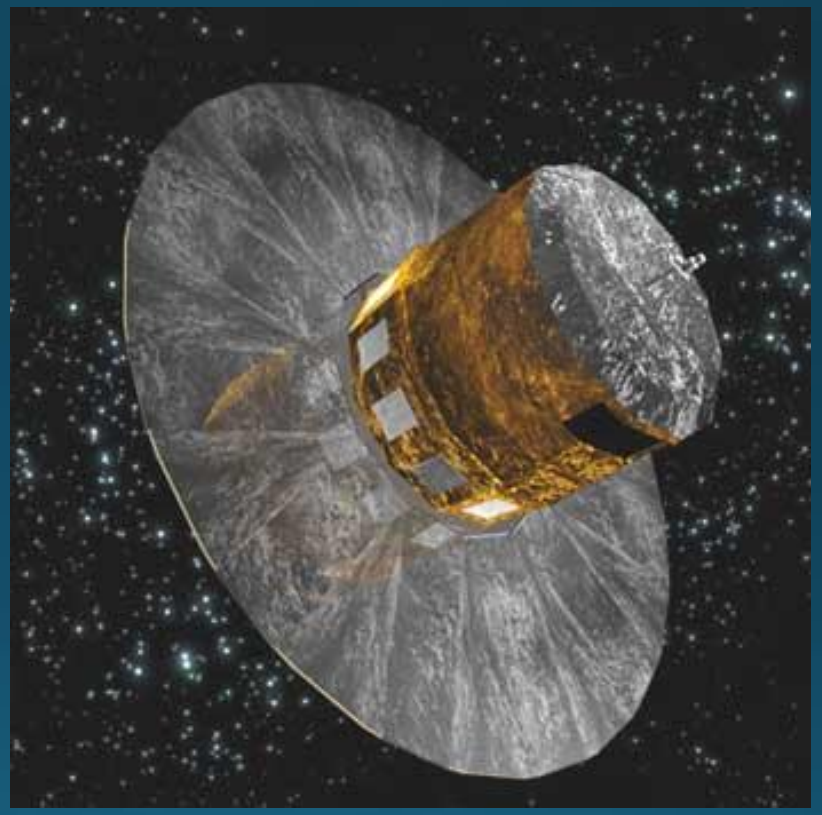




NASA.GOV

Астрометрические наблюдения из космоса

Hipparcos

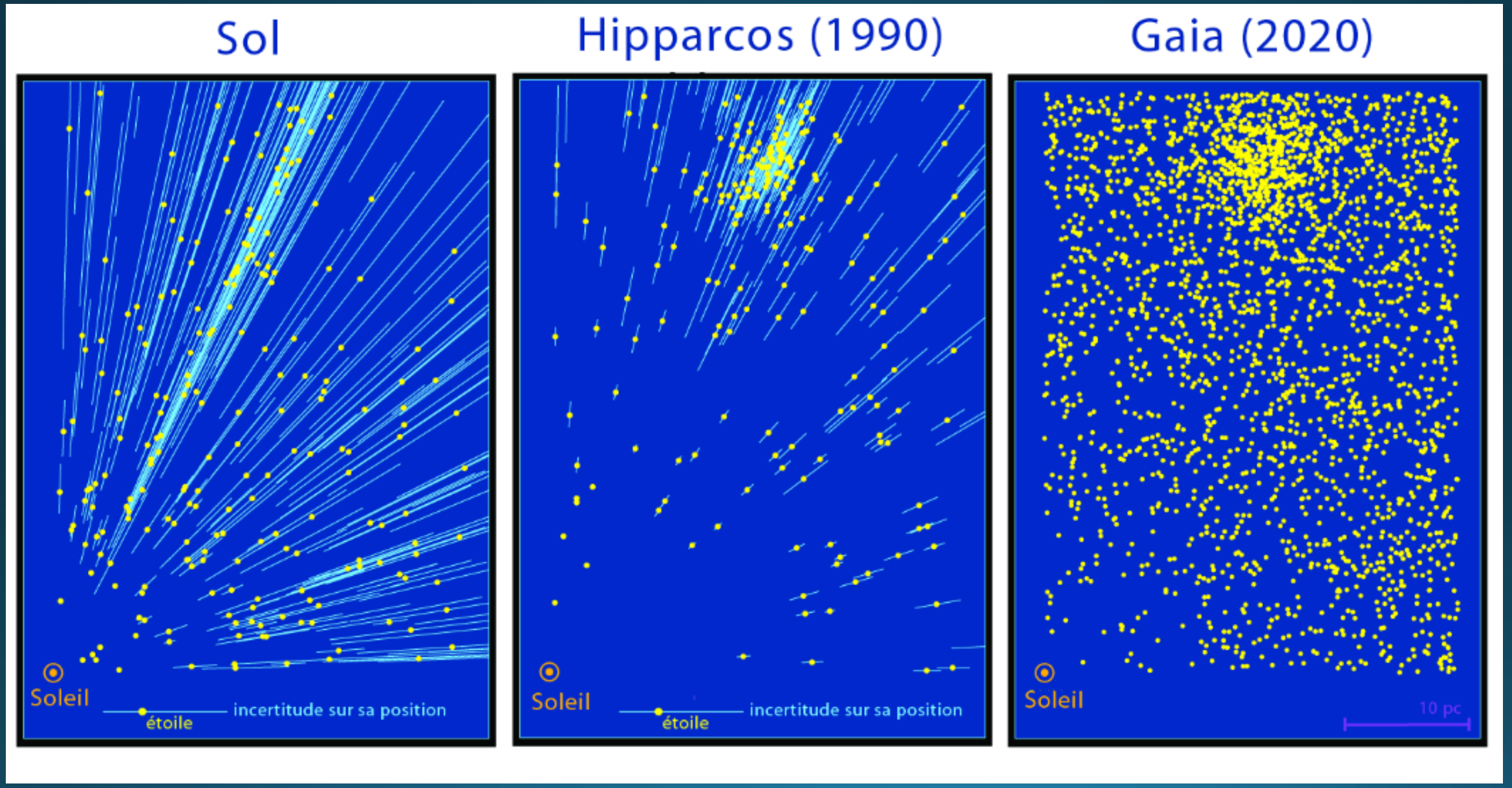


GAIA

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

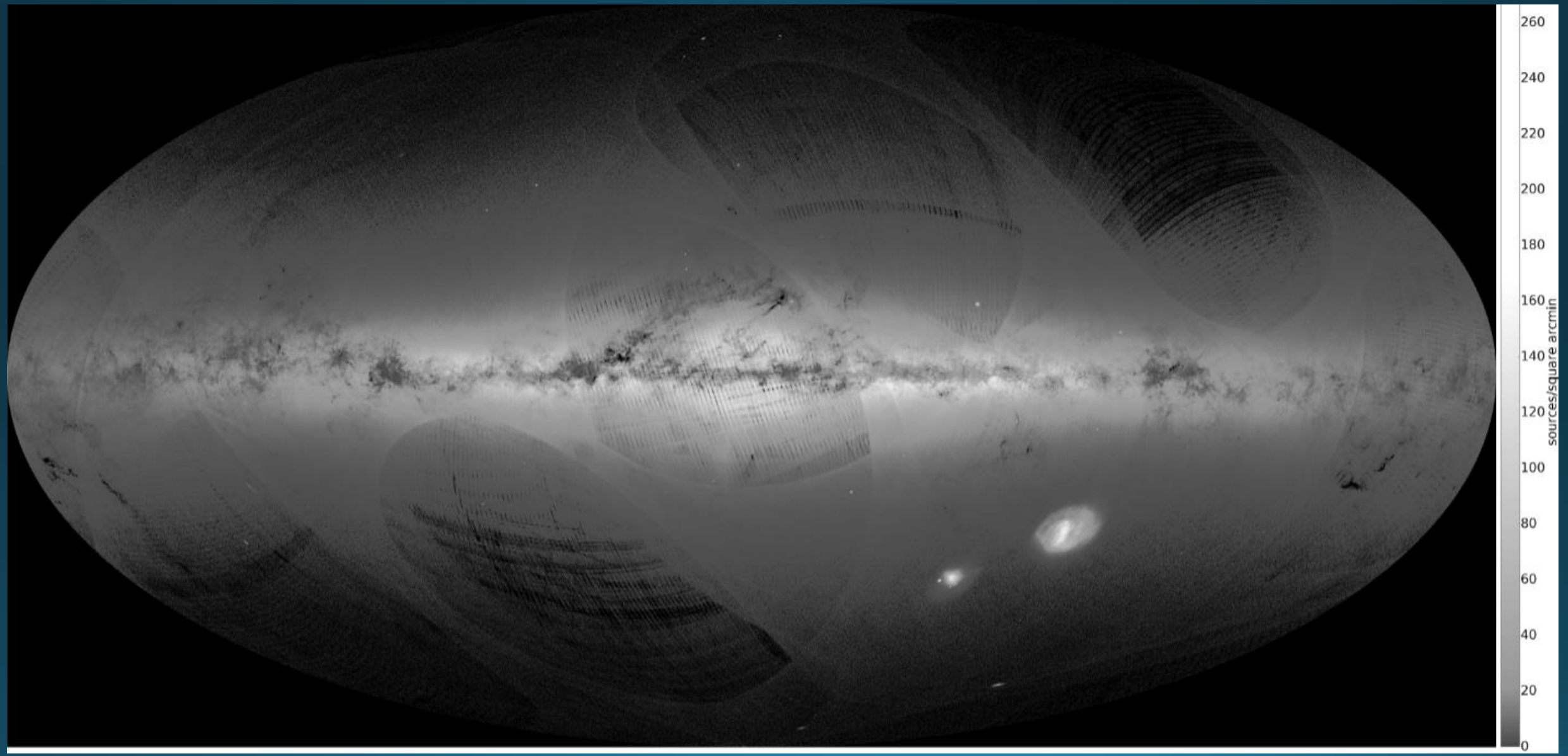
Наблюдения из космоса произвели революцию в астрометрии.

Пределы точного измерения расстояний



http://gaia.obspm.fr/kids-ninos-bambini/le-satellite-gaia/article/gaia-encore-plus-precis-74

Первый релиз данных Gaia



1609.04172

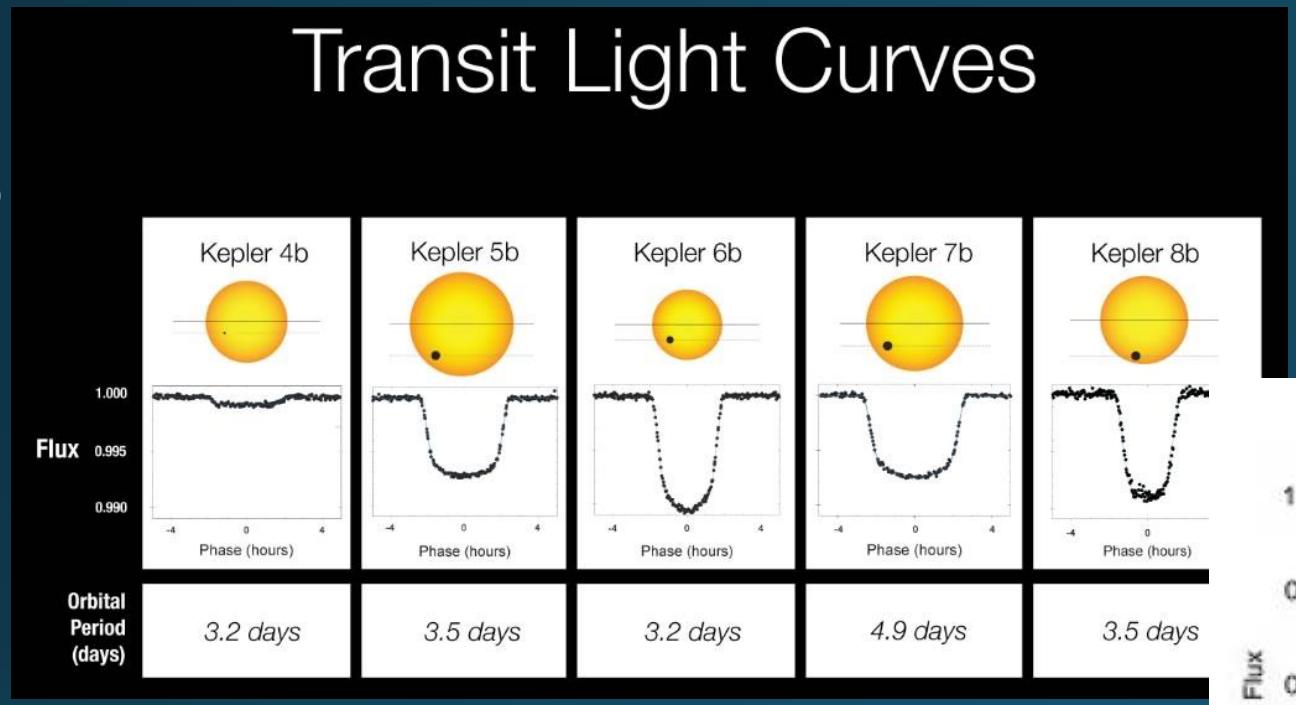
Поиски экзопланет

CoRot

TESS

Kepler

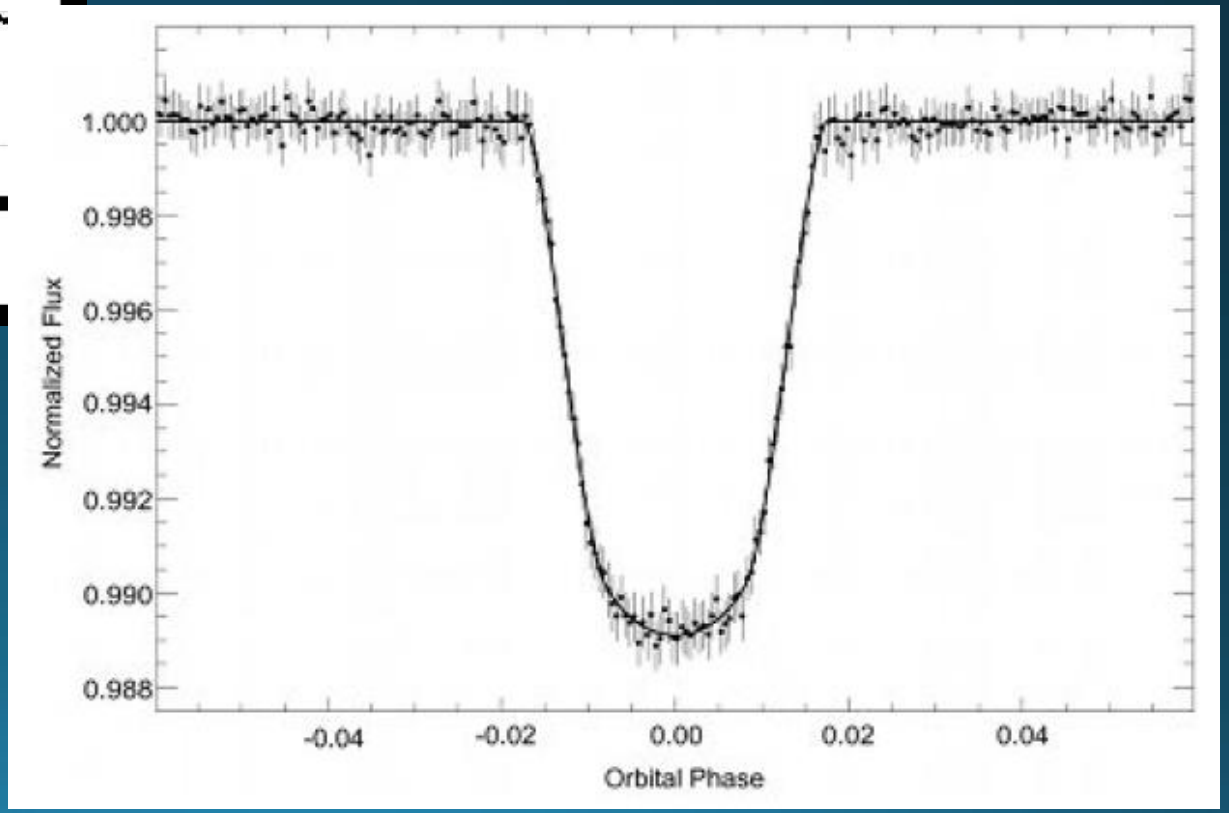
Кривые блеска при транзитах



http://kepler.nasa.gov

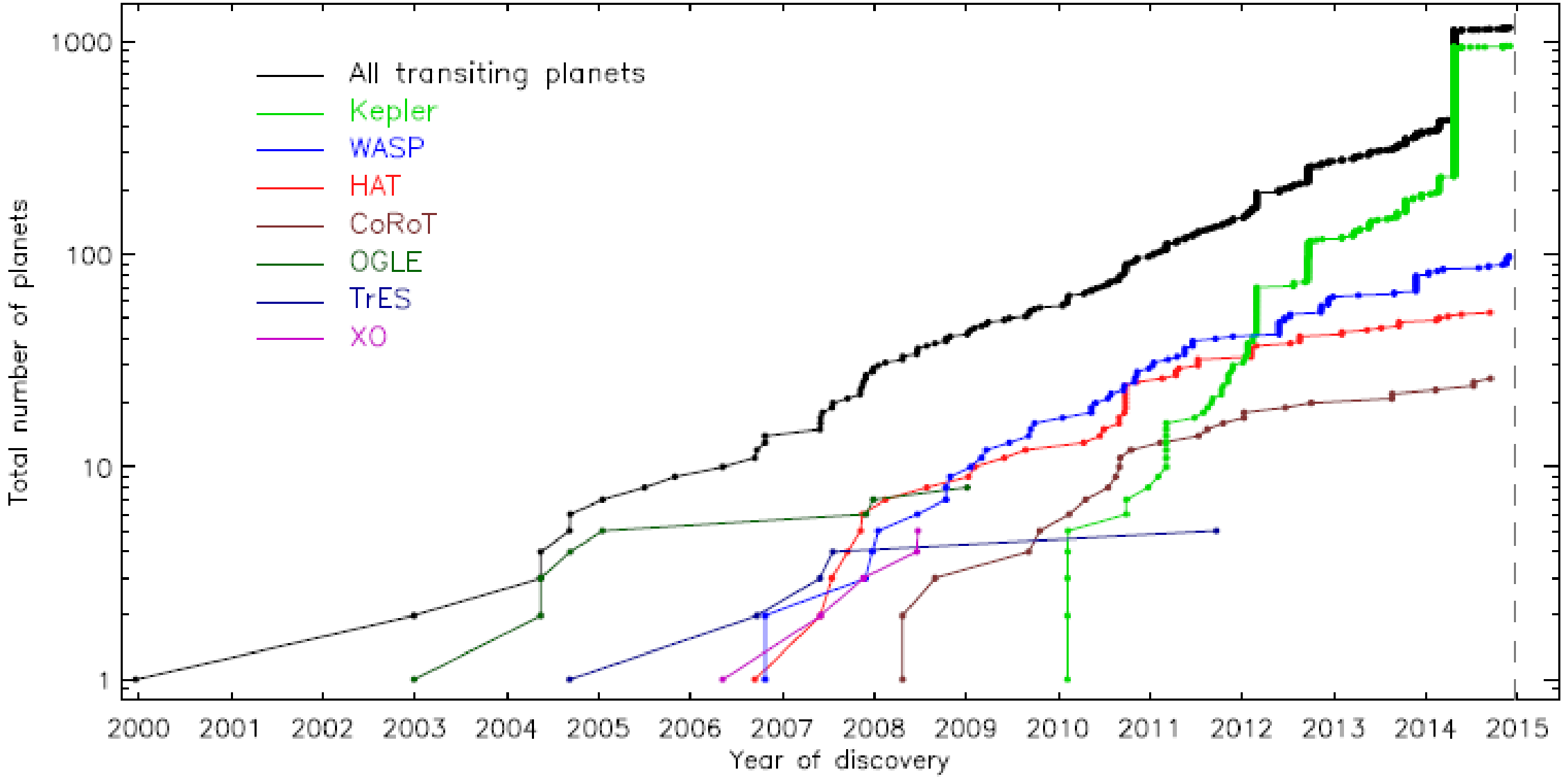
Падение блеска может составлять тысячные или даже десятитысячные доли полного потока.

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



1102.4955

Темп открытия транзитных планет



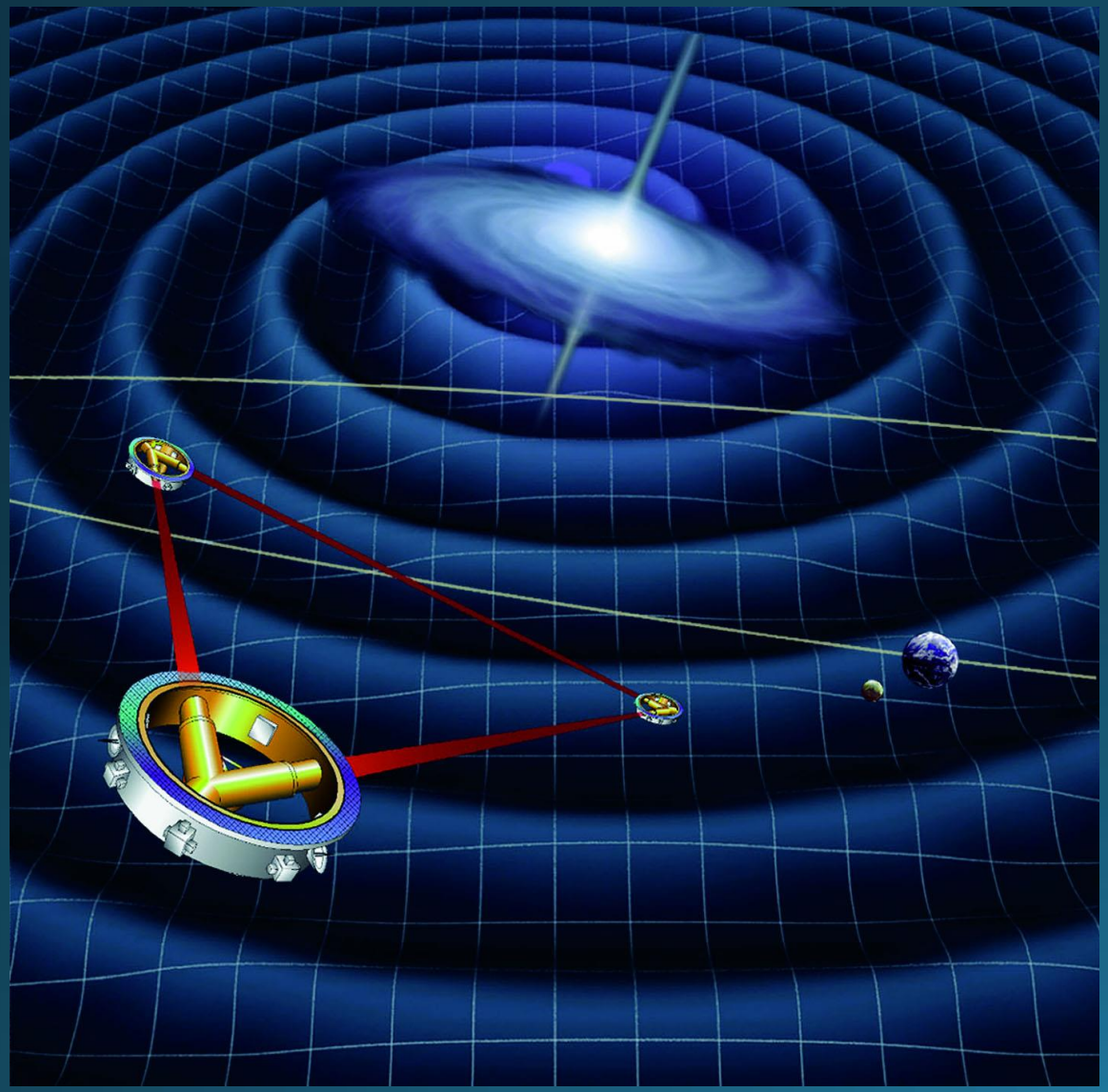
1411.5517

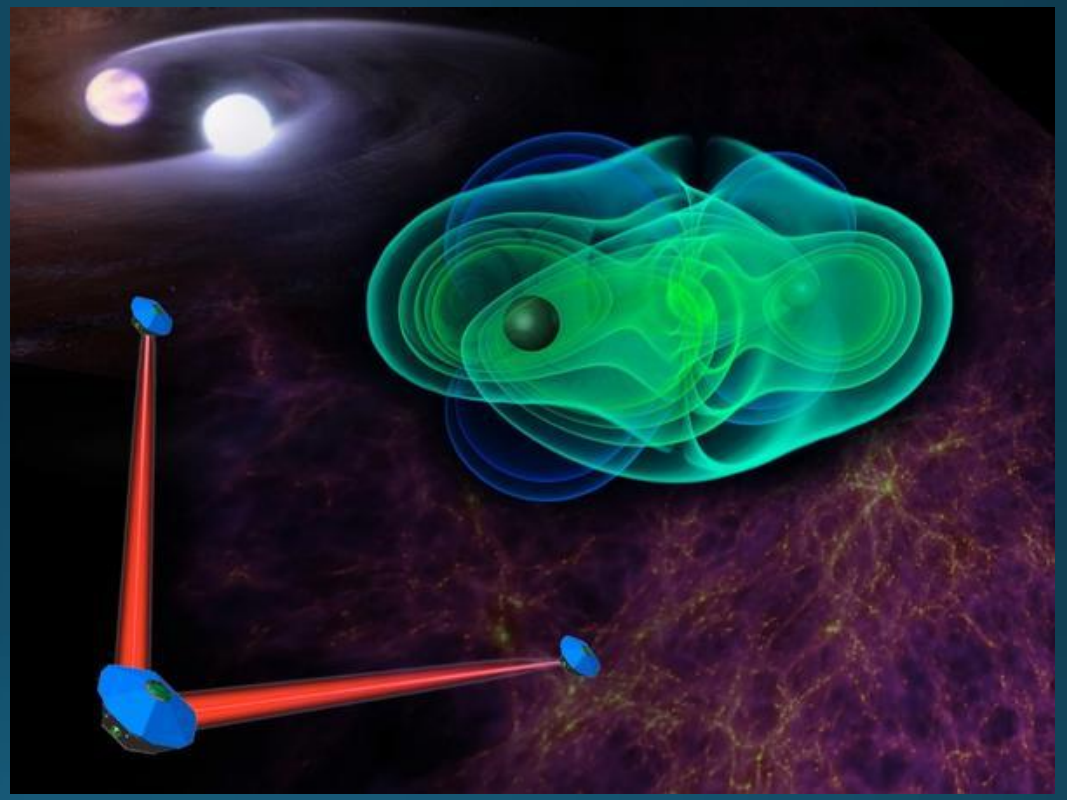
Радиоастрон

Космический
интерферометр

Рекордное
угловое разрешение

Космический проект eLISA





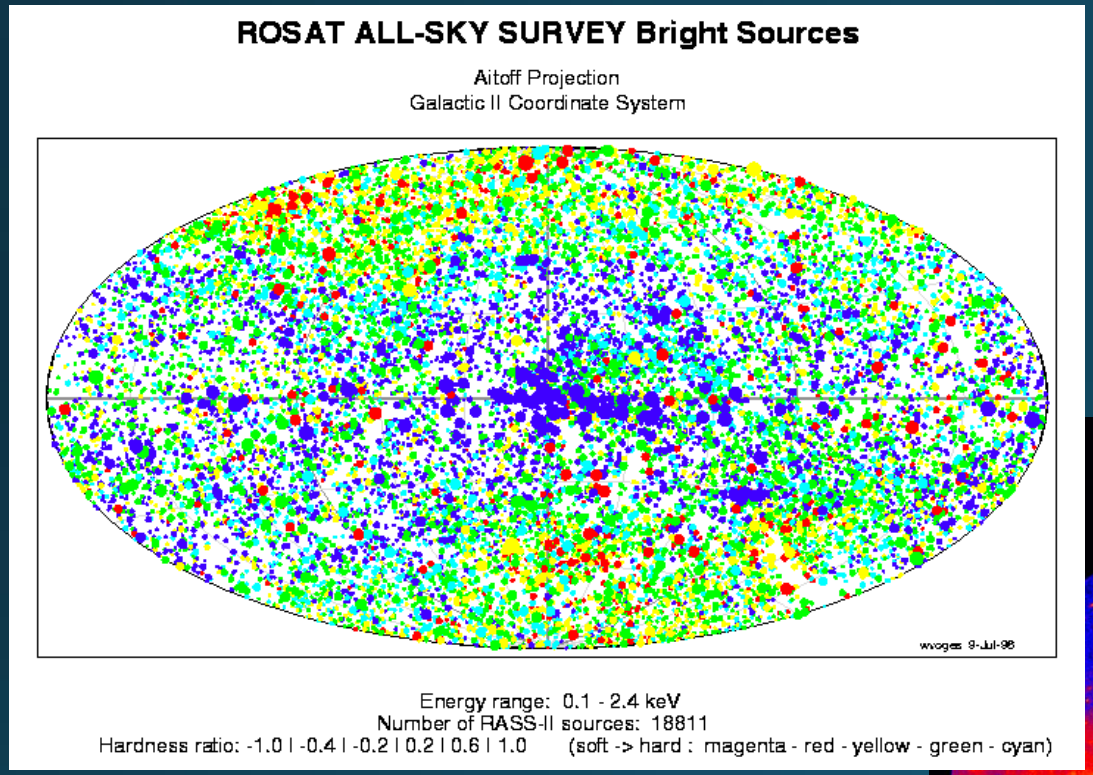
2.5 миллиарда долларов
NASA сняла свое финансирование
Сейчас ESA одобрена заявка на запуск упрощенного варианта в 2034 г.
В новом виде проект назван eLISA.
В 2016 г. NASA вернулось в проект!

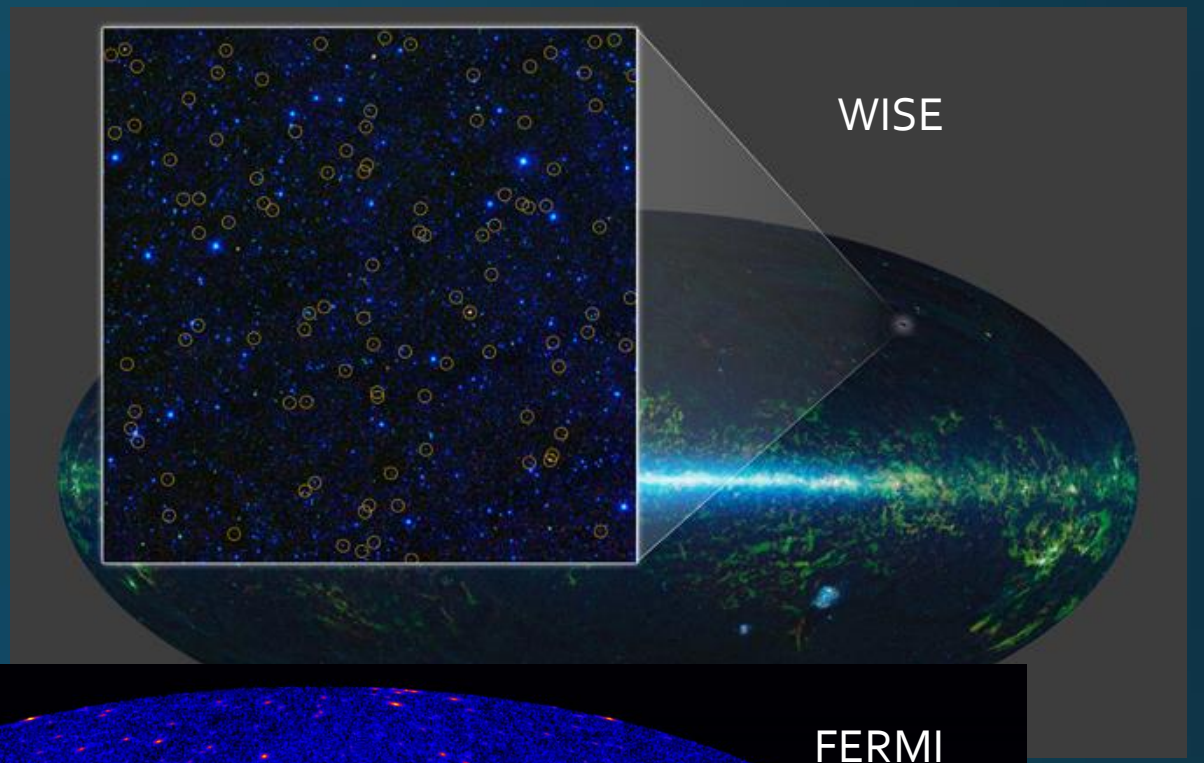
Космические лучи

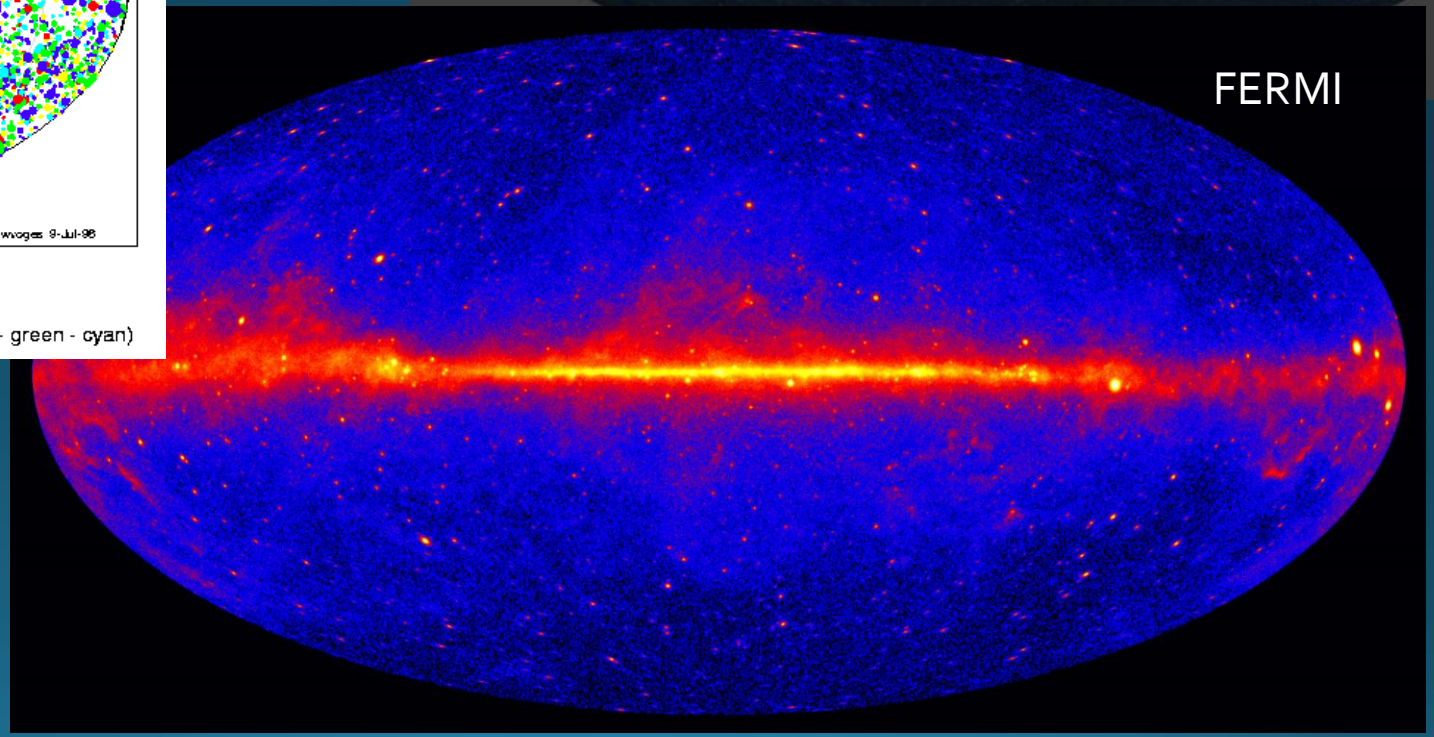
Возможно, что следующим шагом в изучении космических лучей сверхвысоких энергий будет запуск специальных космических аппаратов.

Задача: изучение редких частиц очень высоких энергий.

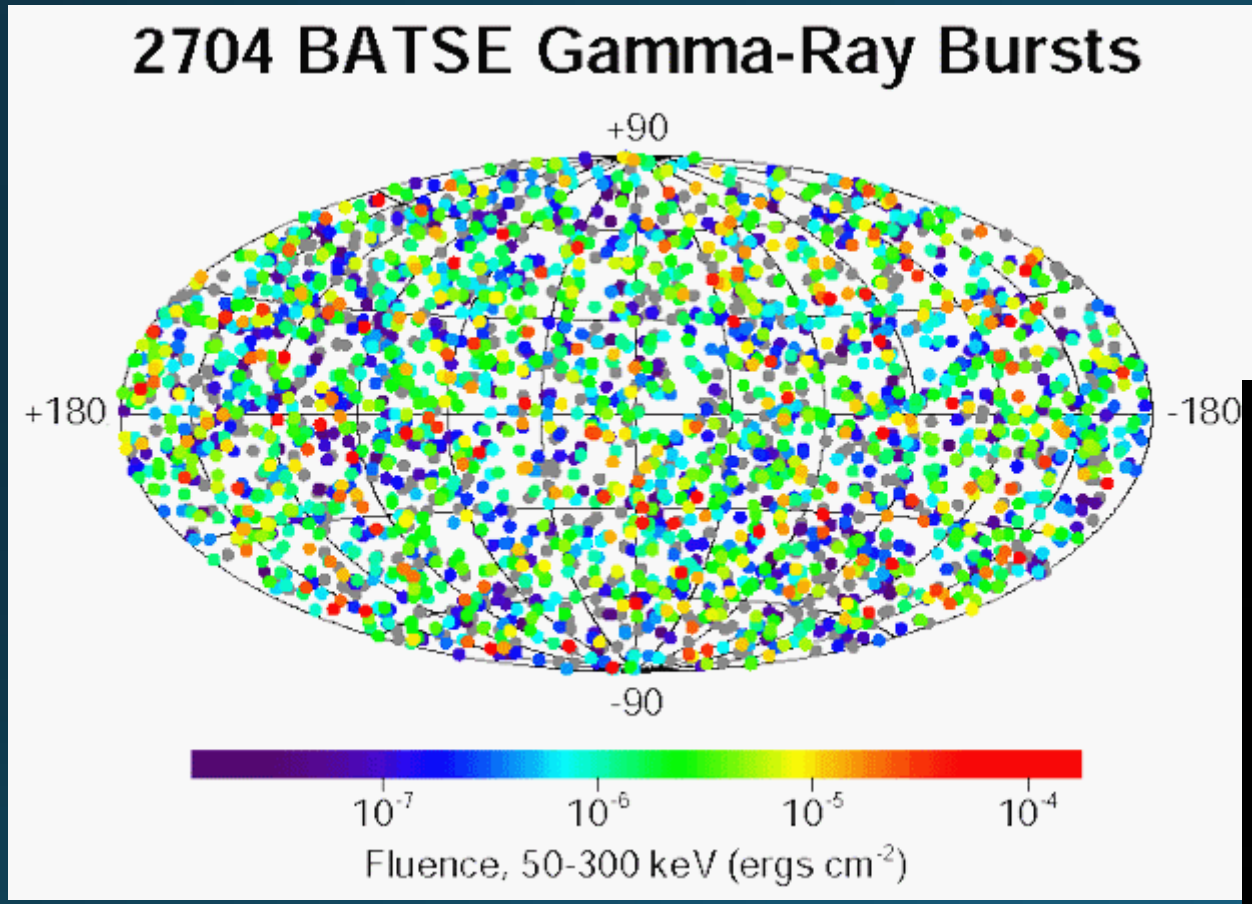
Обзоры

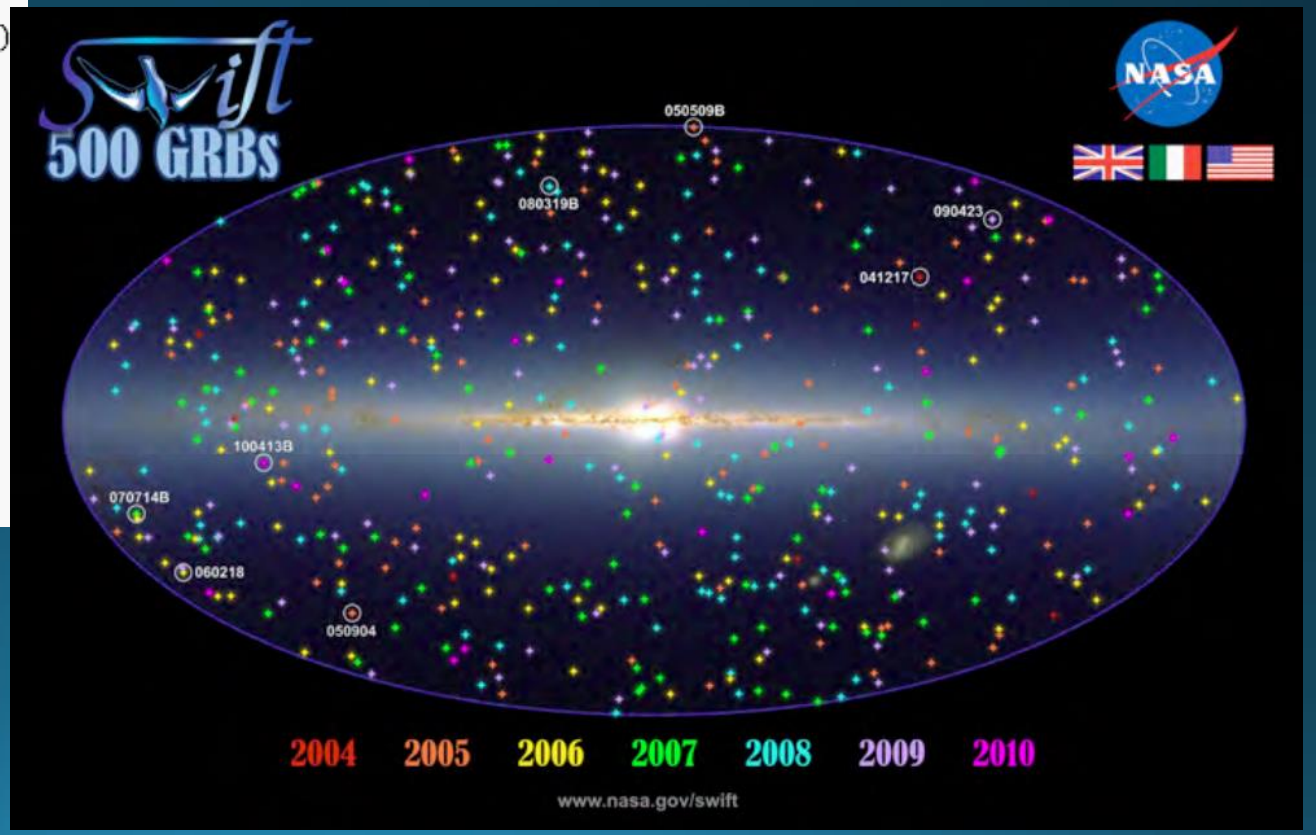

ROSAT ALL-SKY SURVEY Bright Sources
Aitoff Projection
Galactic II Coordinate System
wvoges 9-Jul-96
Energy range: 0.1 - 2.4 keV
Number of RASS-II sources: 18811
Hardness ratio: -1.0 | -0.4 | -0.2 | 0.2 | 0.6 | 1.0 (soft -> hard : magenta - red - yellow - green - cyan)


WISE

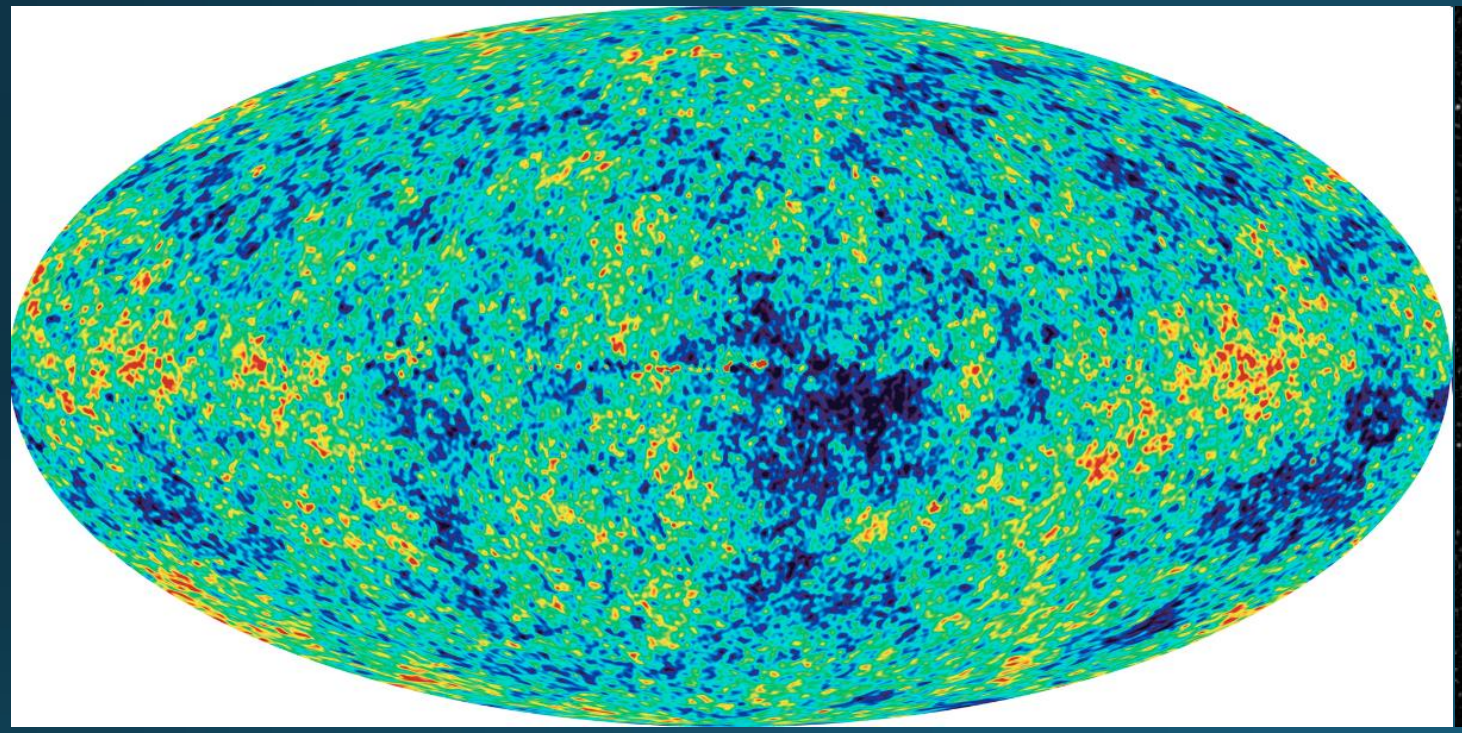

FERMI

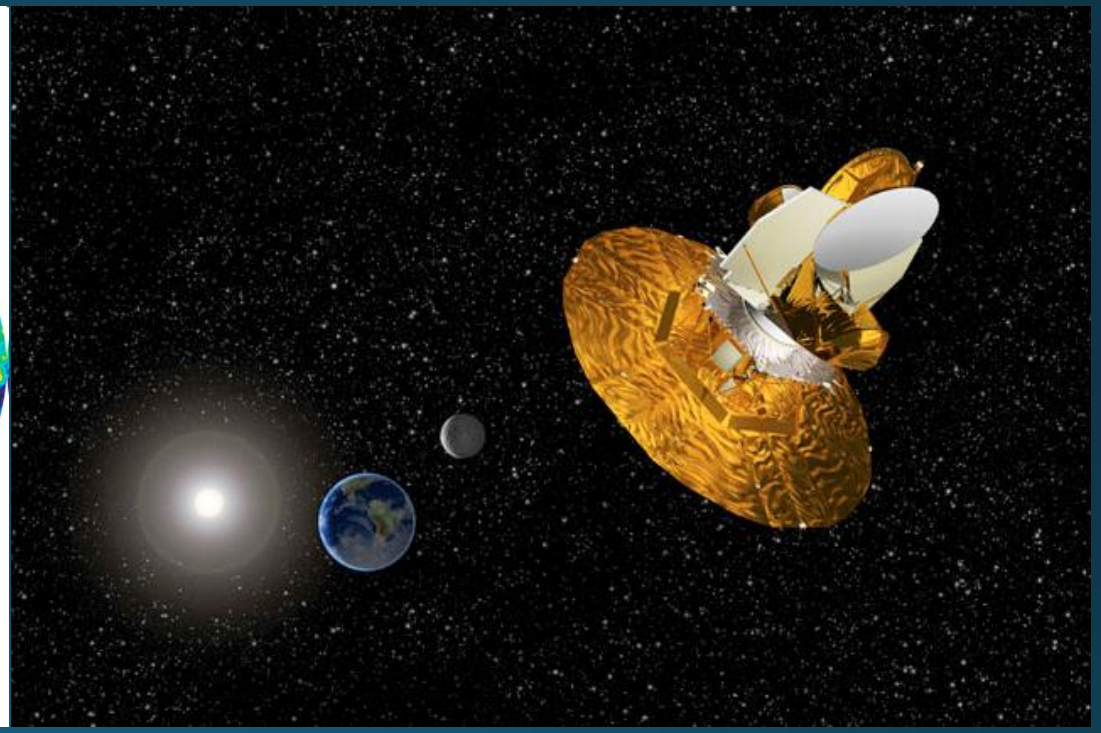
Мониторинг неба





Спутник WMAP



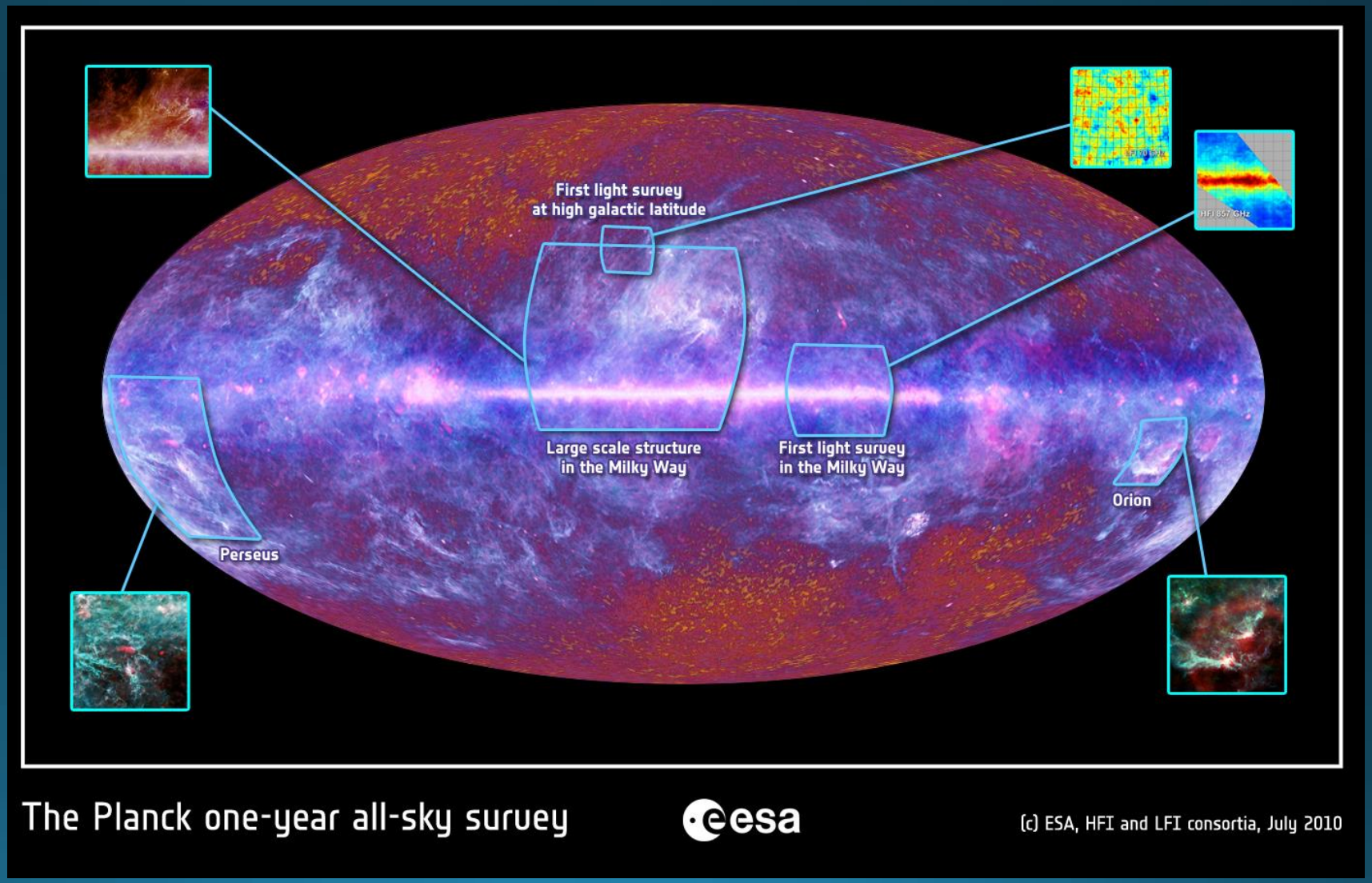


Спутник WMAP (США)

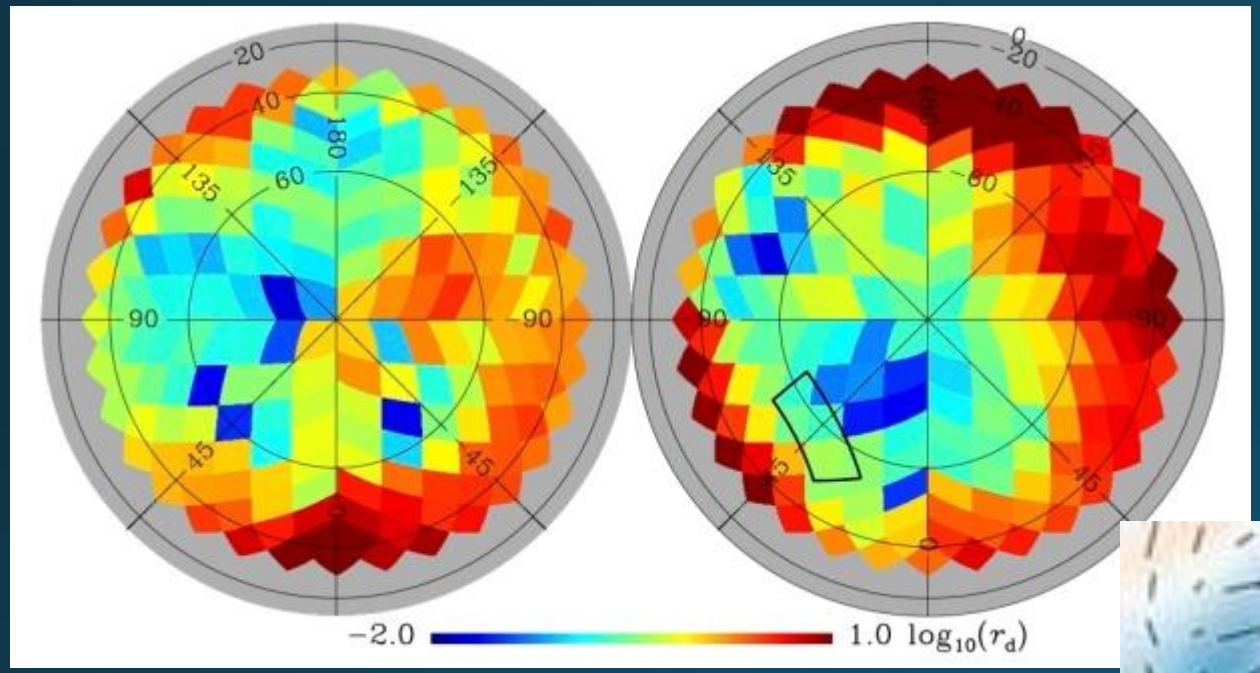
Задача инструмента — изучение микроволнового (реликтового) фона, несущего информацию о молодой Вселенной.
То есть это космологический прибор.
Однако, поскольку на реликтовое излучение накладывается излучение нашей Галактики, спутник получил важнейшую информацию о свойствах нашей звездной системы.

Результаты спутника Planck

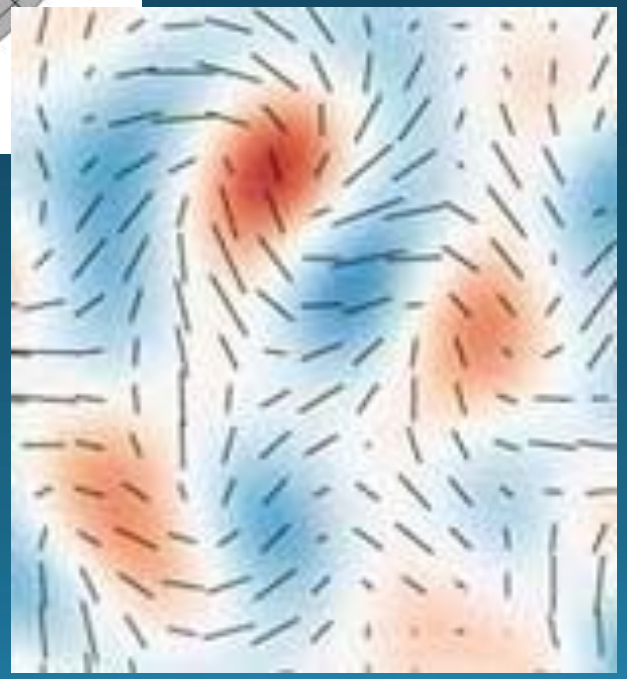
Наблюдения микроволнового фона на 100 - 857 ГГц

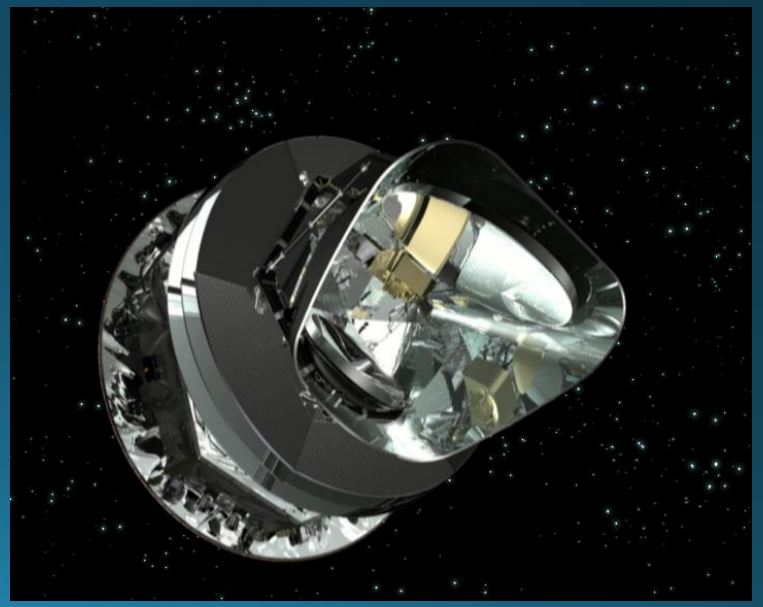


BICEP2 vs. Planck



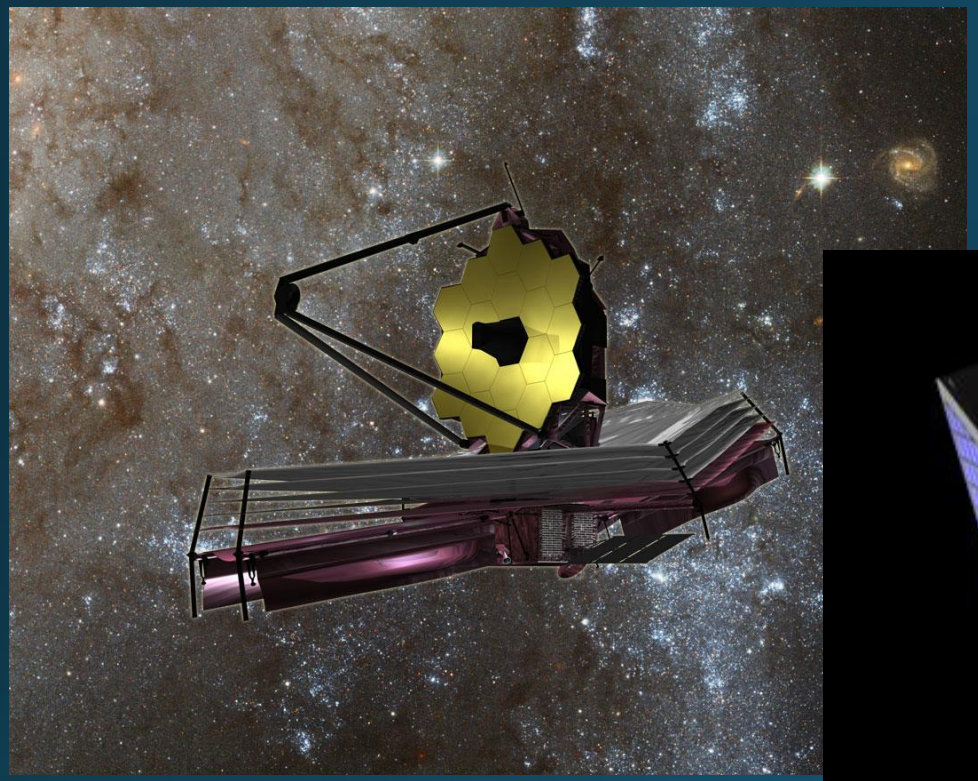
1409.5738





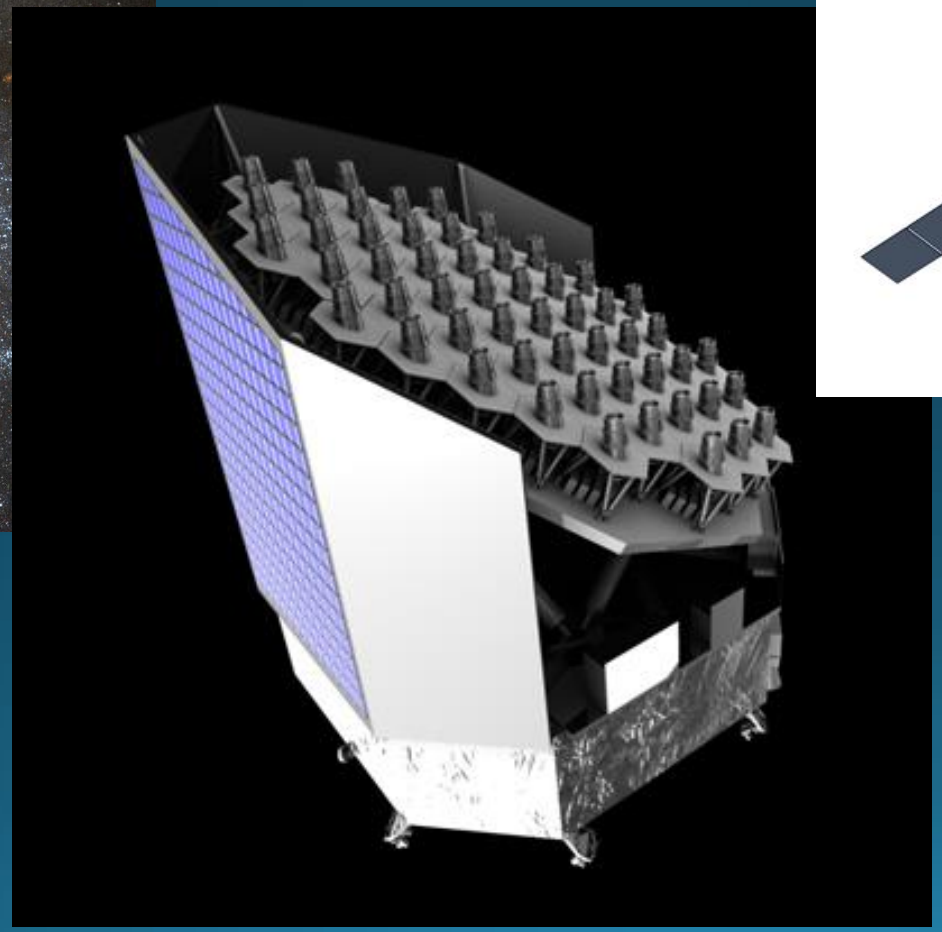
Установить истину помогло то, что Планк может наблюдать все небо на разных частотах.

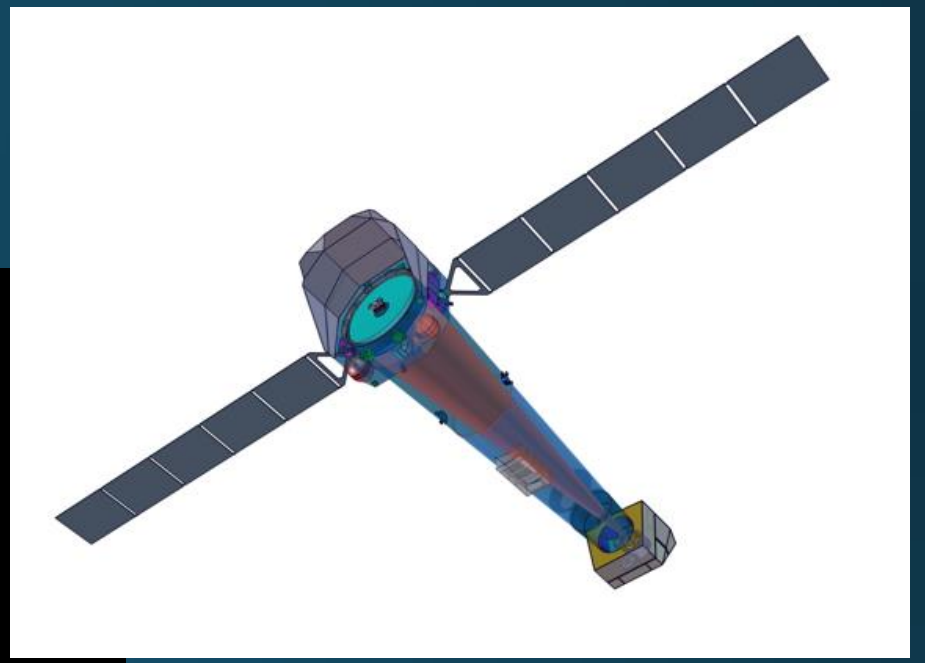
Астрономия XXI века



JWST (2018)

Plato (2024)





ATHENA (2028)