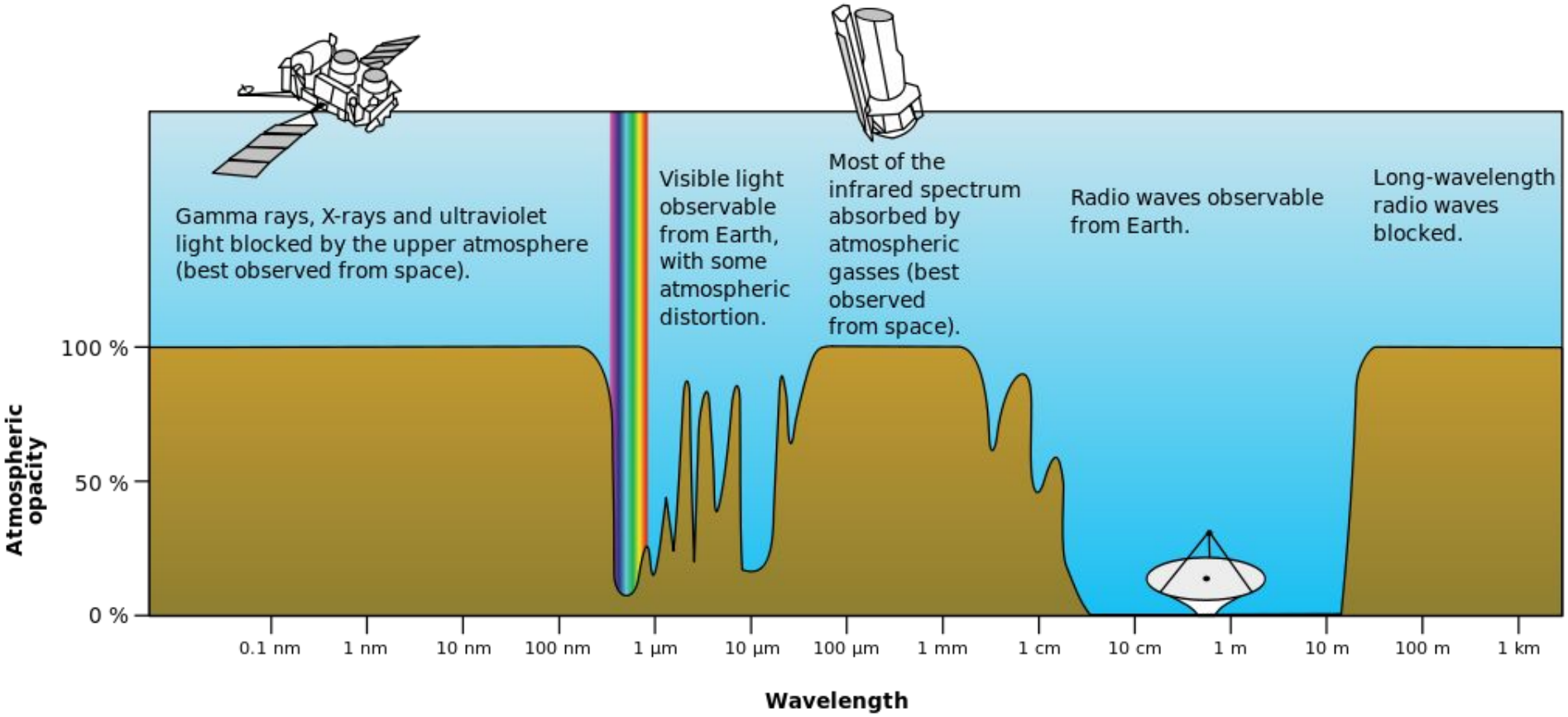
Космические телескопы

Атмосфера:

- Ограничения по спектру
- Ограничение углового разрешения
- Дифференциальная рефракция
- Хроматическая рефракция

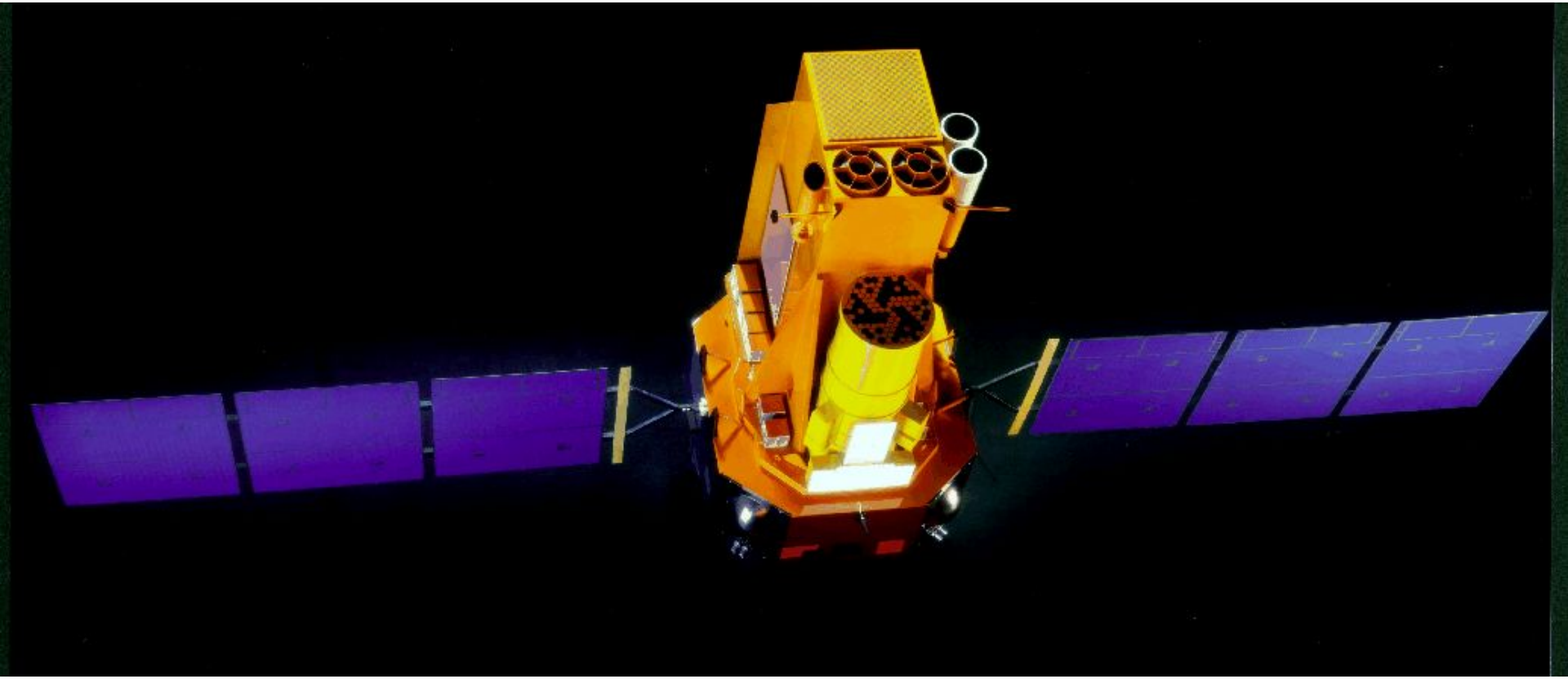
Прозрачность атмосферы

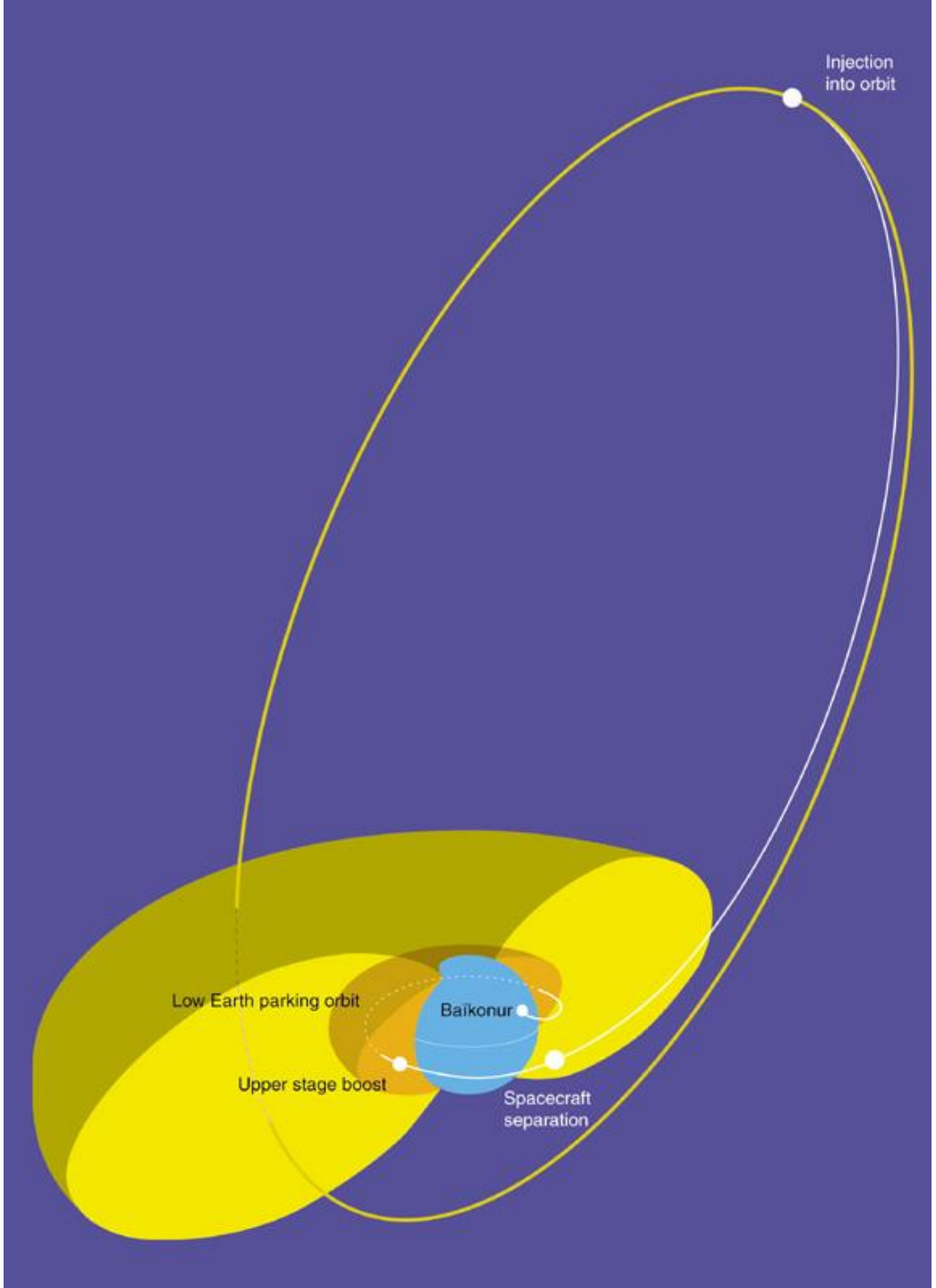


INTErnational Gamma-RAy Laboratory

- Рентгеновская и гамма - обсерватория
- Высокоапогейная околоземная орбита
- 2002 год
- РН Протон

INTEGRAL (ESA + РФ)

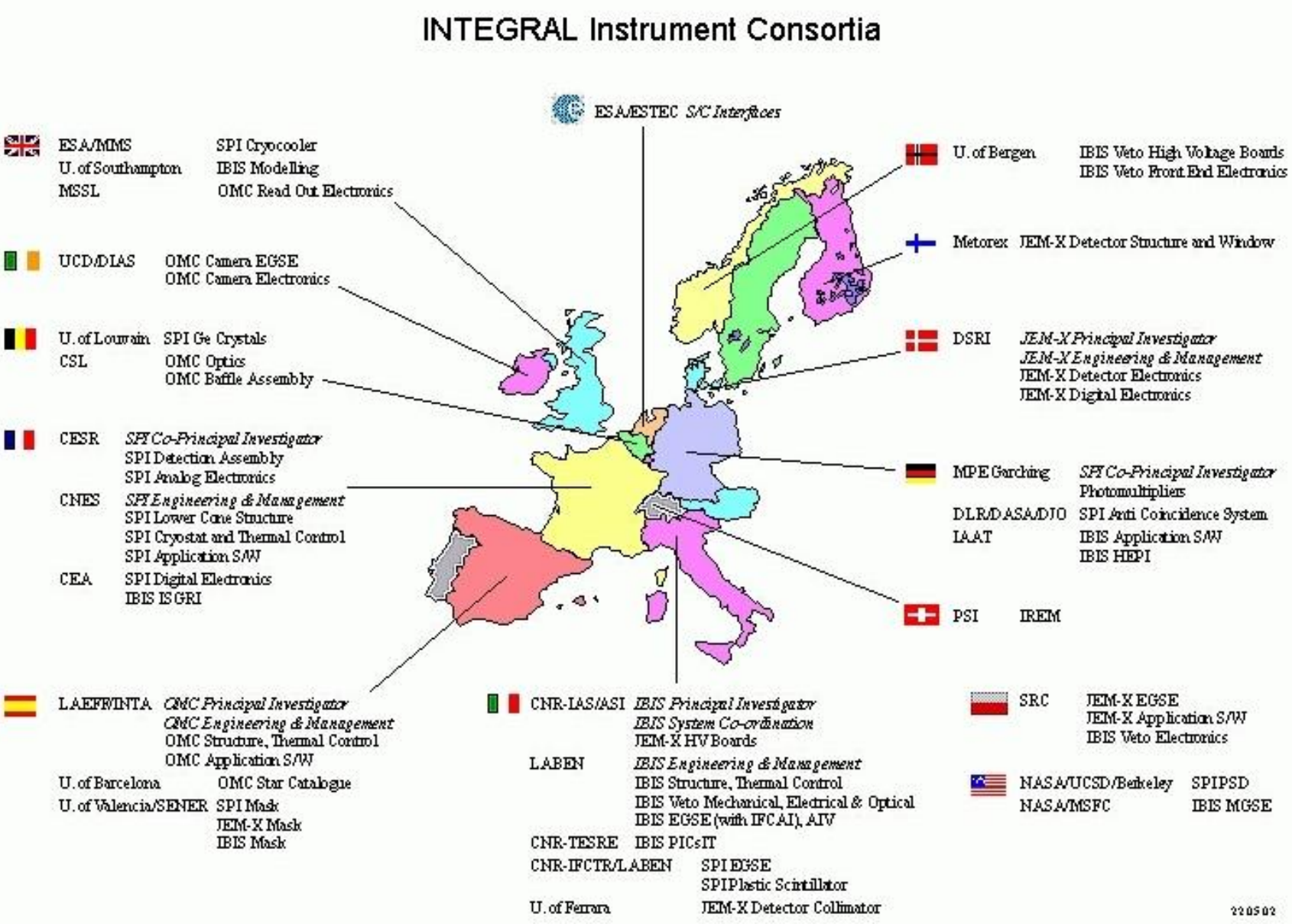




INTEGRAL

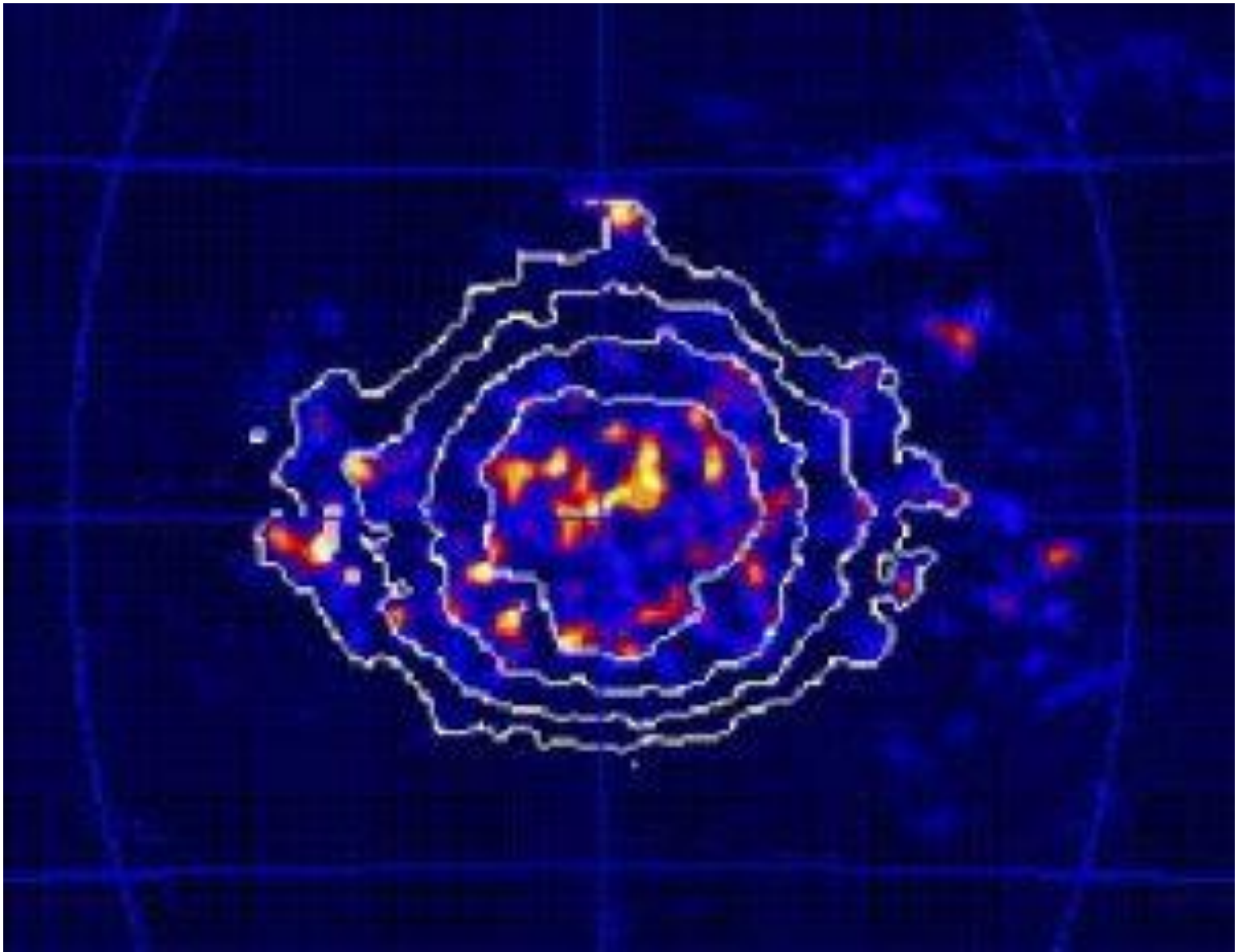
9 000 x
153 000 км

INTEGRAL


INTEGRAL Instrument Consortia
ESA/ESTEC S/C Interfaces
ESA/MMS SPI Cryocooler
U. of Southampton IBIS Modelling
MSSL OMC Read Out Electronics
UCD/DIAS OMC Camera EGSE
OMC Camera Electronics
U. of Louvain SPI Ge Crystals
CSL OMC Optics
OMC Baffle Assembly
CESR SPI Co-Principal Investigator
SPI Detection Assembly
SPI Analog Electronics
CNES SPI Engineering & Management
SPI Lower Cone Structure
SPI Cryostat and Thermal Control
SPI Application S/W
CEA SPI Digital Electronics
IBIS ISGRI
LAEFF/INTA OMC Principal Investigator
OMC Engineering & Management
OMC Structure, Thermal Control
OMC Application S/W
U. of Barcelona OMC Star Catalogue
U. of Valencia/SENER SPI Mask
JEM-X Mask
IBIS Mask
CNR-IAS/ASI IBIS Principal Investigator
IBIS System Co-ordination
JEM-X HV Boards
LABEN IBIS Engineering & Management
IBIS Structure, Thermal Control
IBIS Veto Mechanical, Electrical & Optical
IBIS EGSE (with IFCAI), AIV
CNR-TESRE IBIS PICsIT
CNR-IFCTR/LABEN SPI EGSE
SPI Plastic Scintillator
U. of Ferrara JEM-X Detector Collimator
U. of Bergen IBIS Veto High Voltage Boards
IBIS Veto Front End Electronics
Metorex JEM-X Detector Structure and Window
DSRI JEM-X Principal Investigator
JEM-X Engineering & Management
JEM-X Detector Electronics
JEM-X Digital Electronics
MPE Garching SPI Co-Principal Investigator
Photomultipliers
DLR/DASA/DJO SPI Anti Coincidence System
LAAT IBIS Application S/W
IBIS HEPI
PSI IREM
SRC JEM-X EGSE
JEM-X Application S/W
IBIS Veto Electronics
NASA/UCSD/Berkeley SPIPSD
NASA/MSFC IBIS MGSE

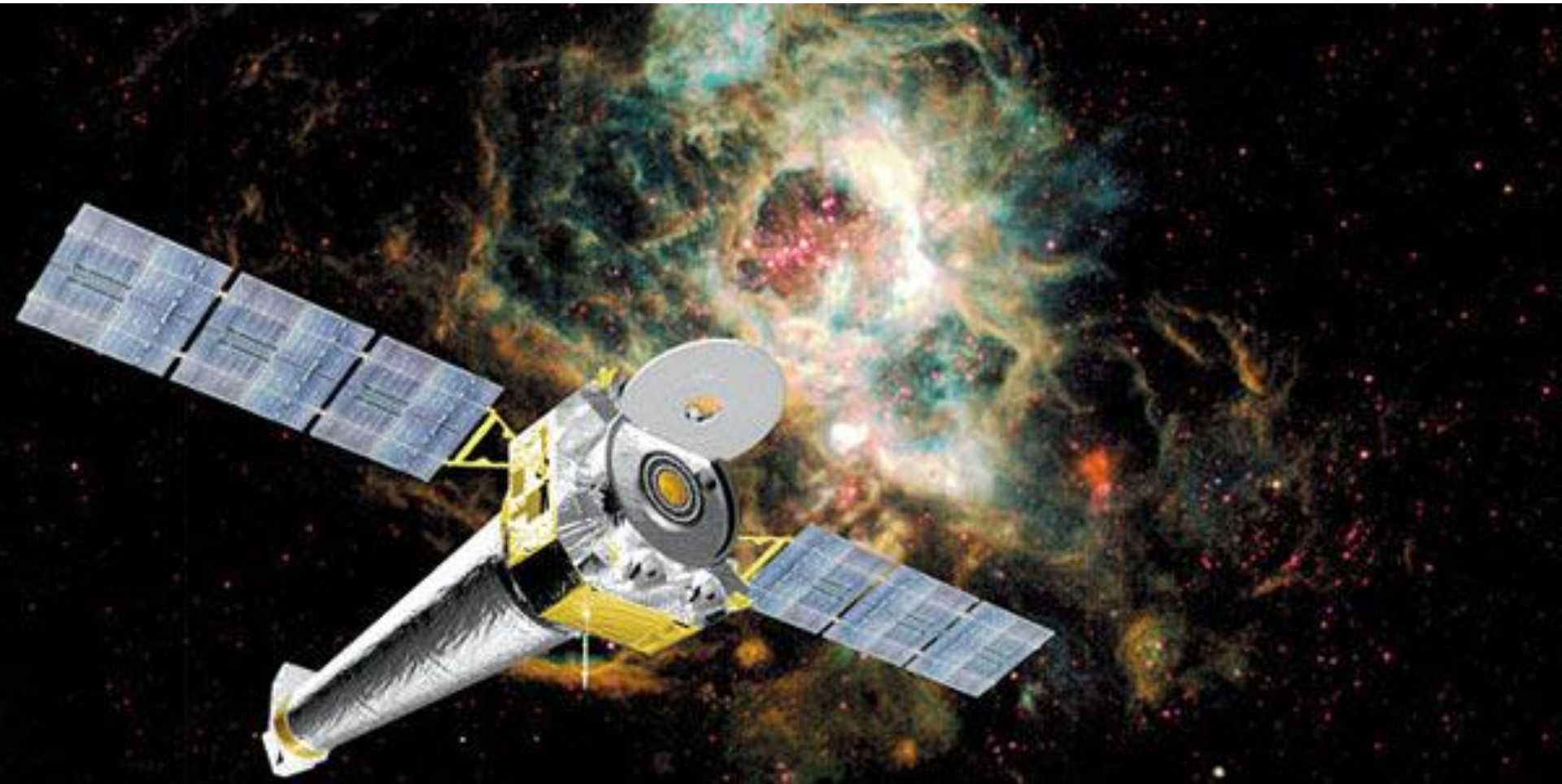
INTEGRAL

Центр Галактики в линии 511 кэВ



Chandra (NASA + SAO):

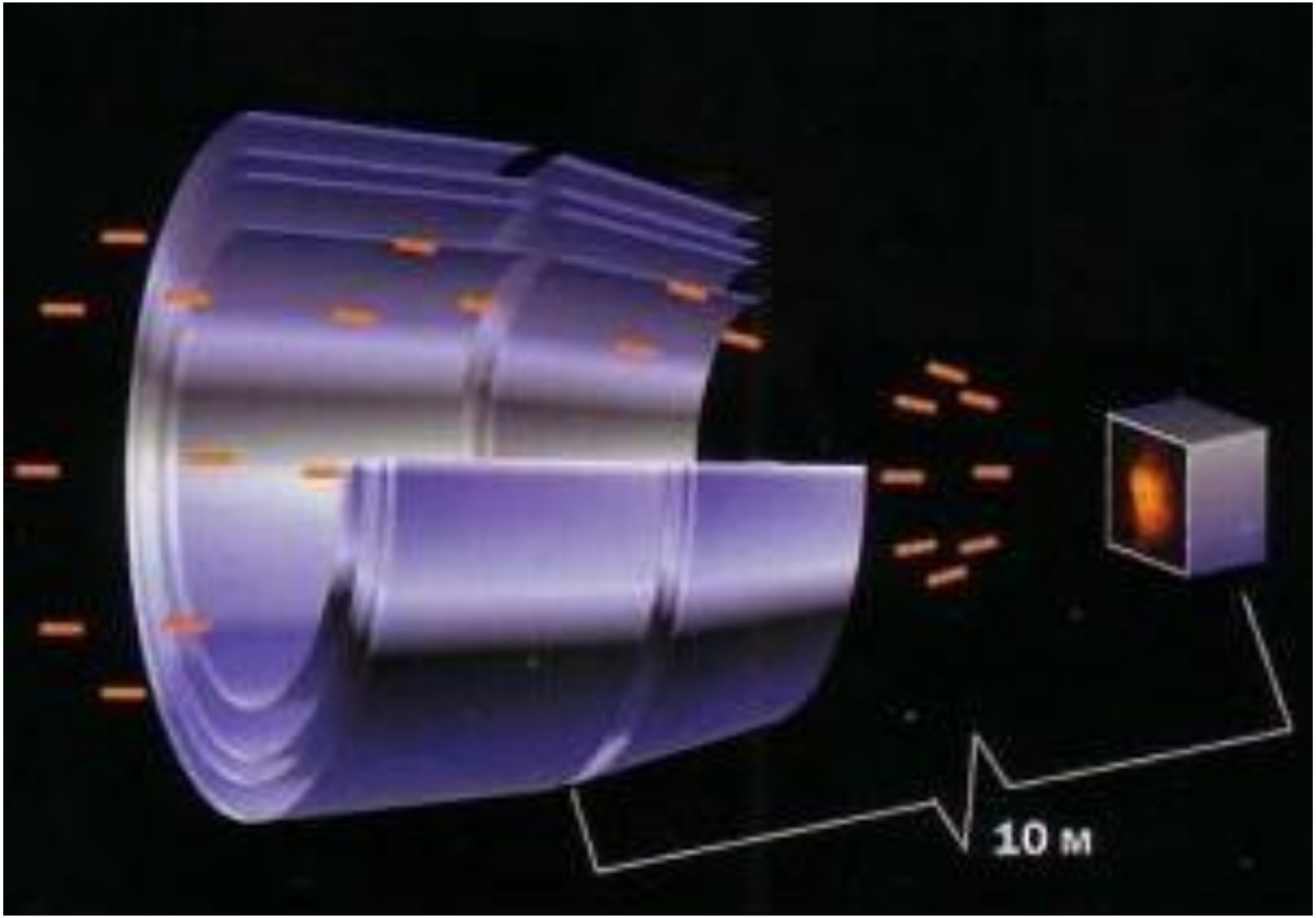
23.07.1999 г., STS-93, Columbia



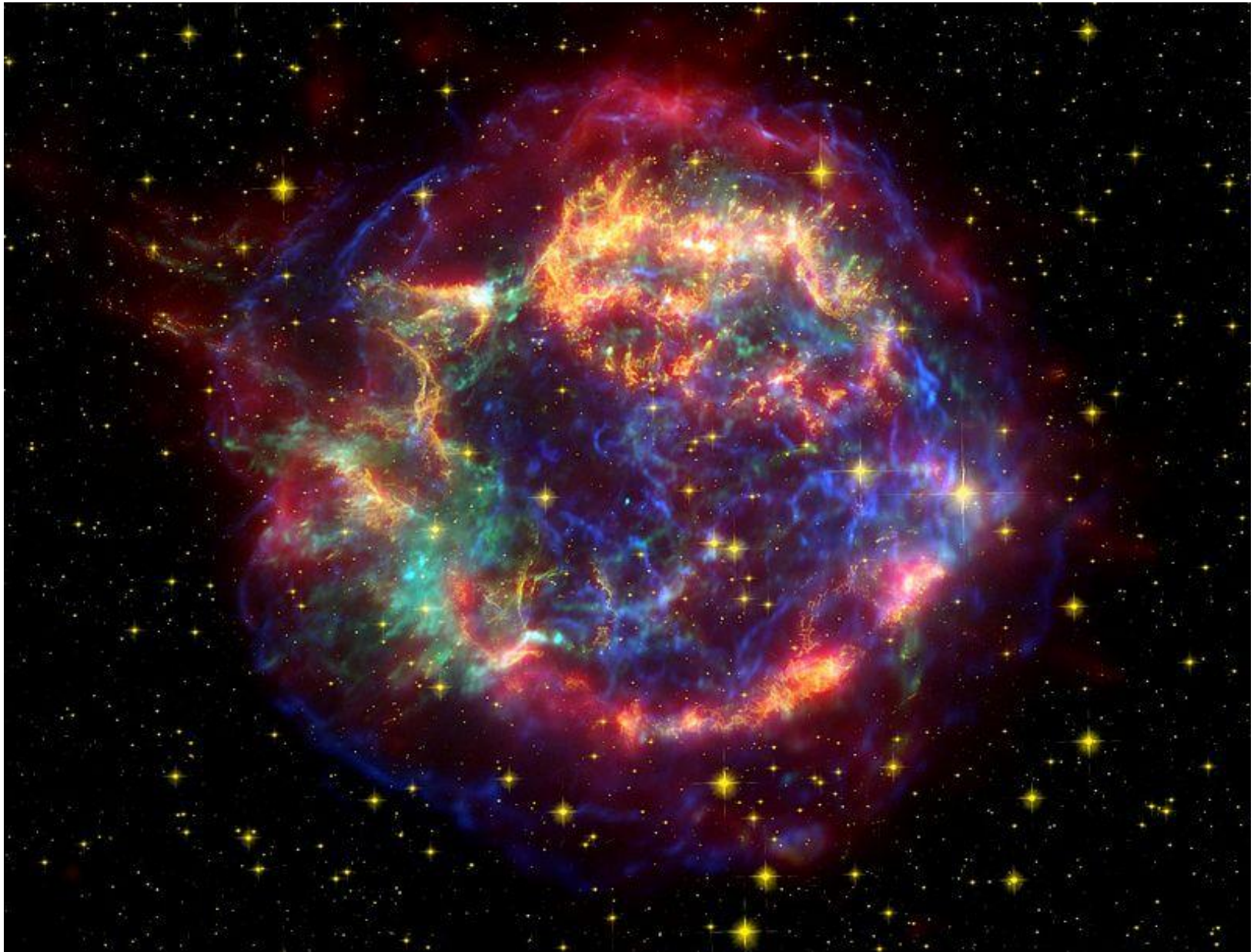
Chandra (AXAF - Advanced X-ray Astrophysics Facility)

- Рентгеновская обсерватория
- Высокоапогейная околоземная орбита
- Зеркала косого падения
- Разрешение около 0,3 ´´

Chandra



Остаток SN Кассиопея А

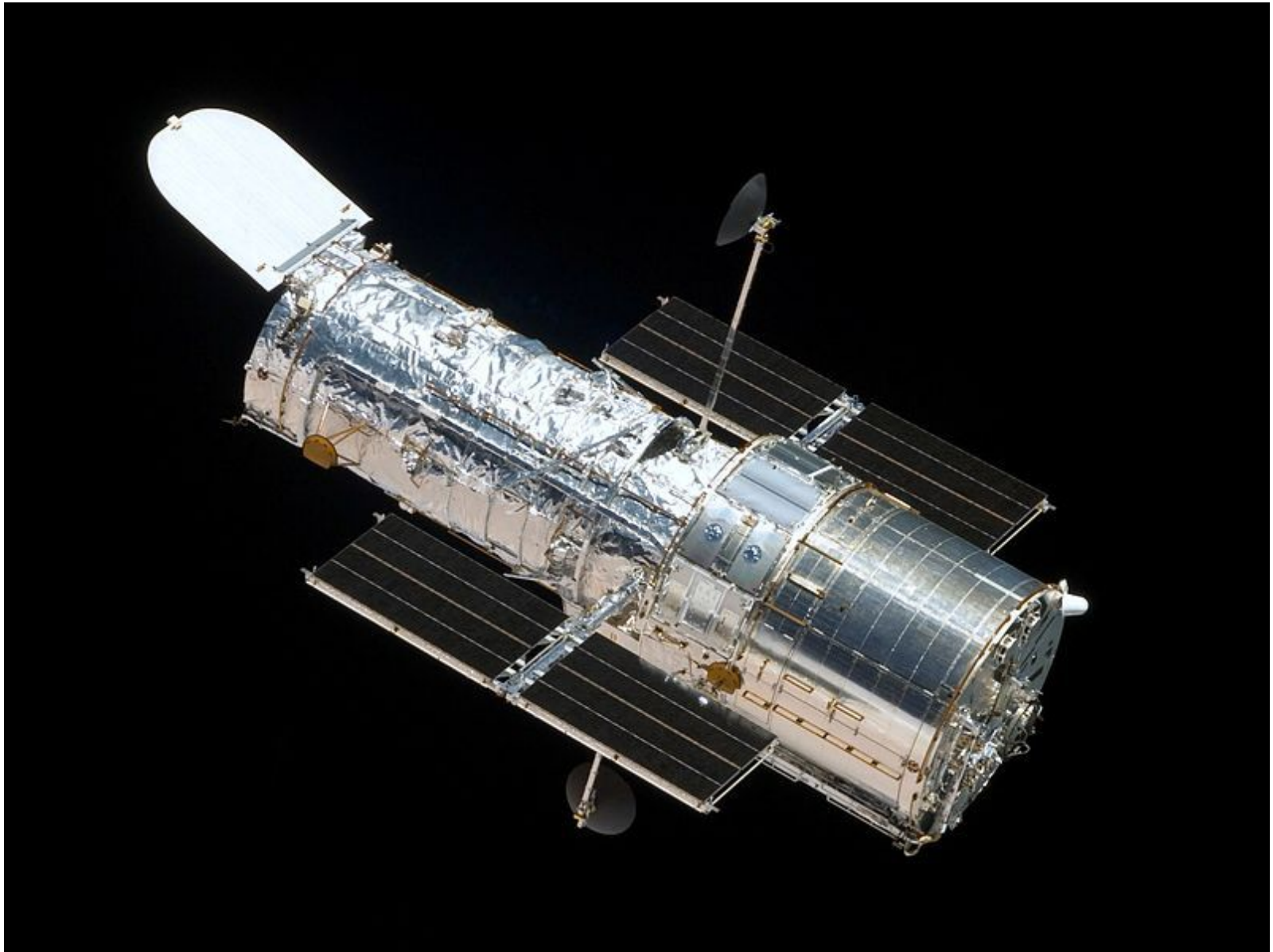


XMM Newton (с 1999 г.)

XMM Newton

- Рентгеновская обсерватория
- Высокоапогейная околоземная орбита
- 4 300 кв.см – площадь собирающей поверхности
- 3 рентгеновских телескопа

Hubble Space Telescope



HST: ТЗ

- Многоцелевая астрономическая обсерватория
- Не менее 4 научных приборов
- Срок работы 15 лет
- Точность наведения и сопровождения лучше 0,1”
- Угловое разрешение лучше 0,1”

Space

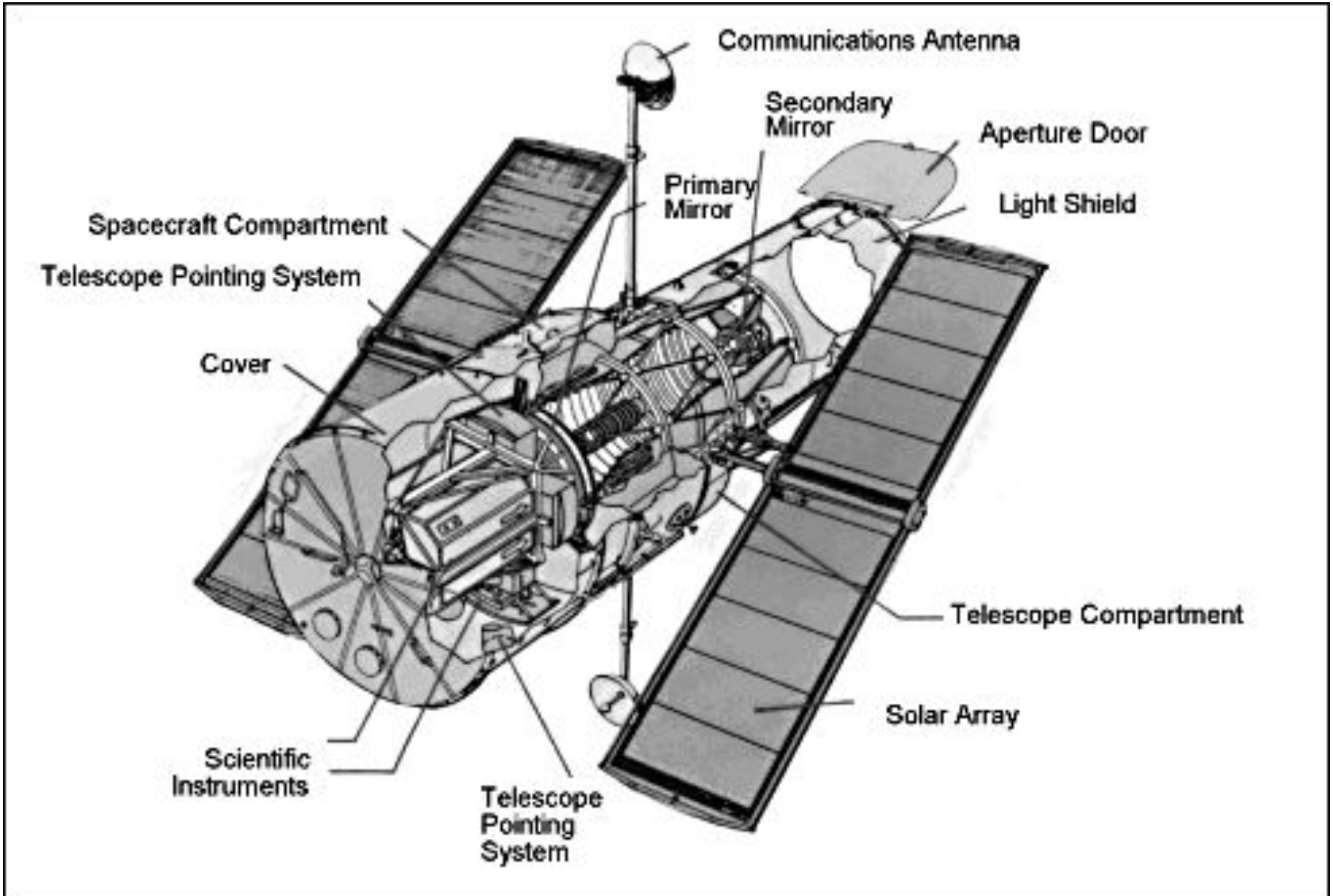
Shuttle

SS идет на посадку

HST

ТЕЛЕСКОП:	АППАРАТ:
D = 2,4 м	24.04.1990
Ричи - Кретьен	Дискавери
Кварц, сотовое	13,4 м, d = 4,3 м
Наведение 0,01´´	12 500 кг
Λ > 115 нм	
28 зв.величина	около 600 км
Угл. разрешение 0,1 ´´	15 лет

HST

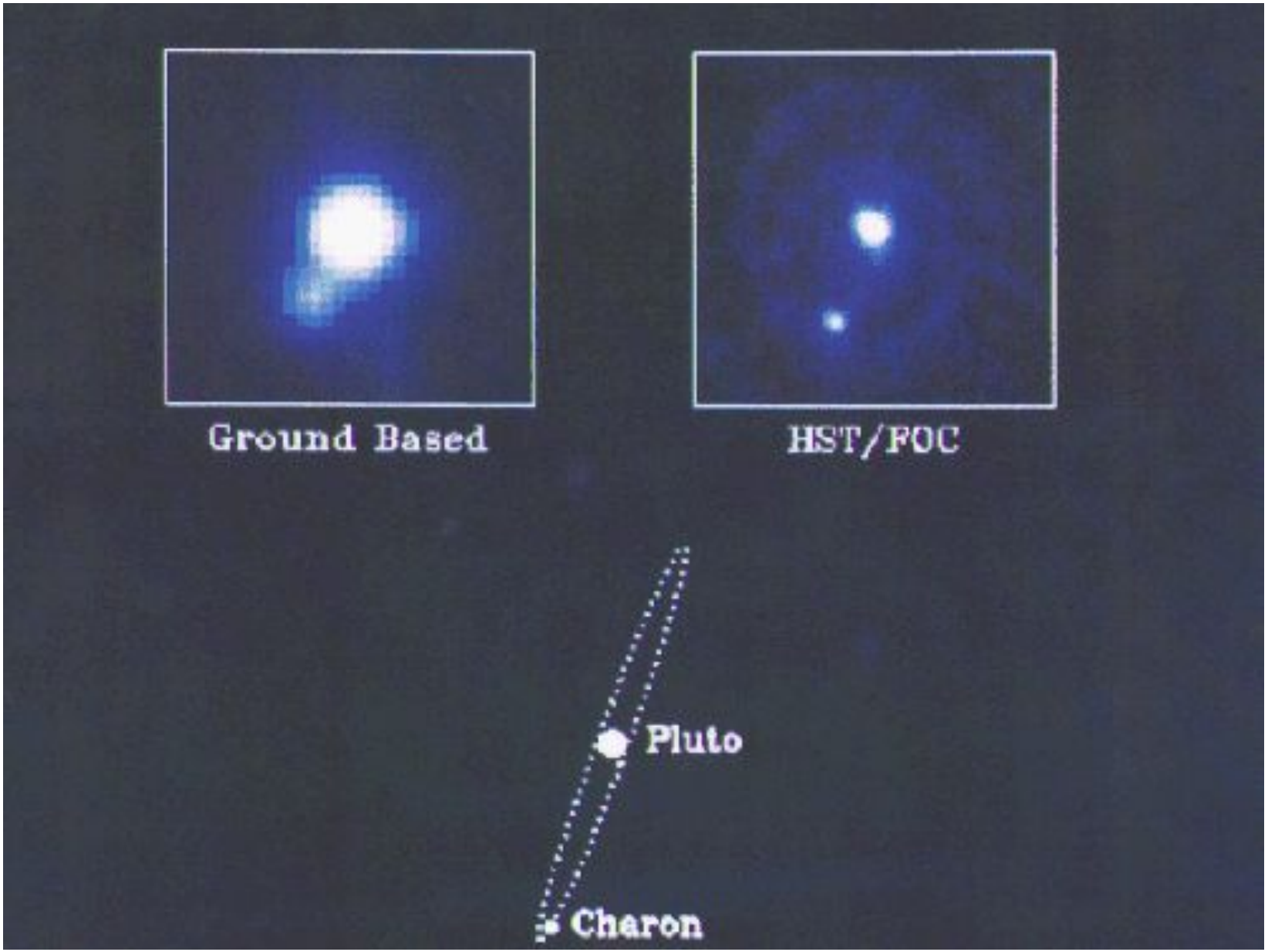

Communications Antenna
Secondary Mirror
Aperture Door
Primary Mirror
Light Shield
Spacecraft Compartment
Telescope Pointing System
Cover
Telescope Compartment
Solar Array
Scientific Instruments
Telescope Pointing System

HST:

ремонт

До и после коррекции оптики

HST



HST

10 000 статей (ИЦ в 2 раза выше, чем основанных на других данных)

ΔH = 10% (ранее 50%)

Более 1 млн снимков

Карта поверхности Плутона

Галактика в 13,2 миллиарда световых лет

Изотропность Вселенной (HDF & HDFS)

Протопланетные диски

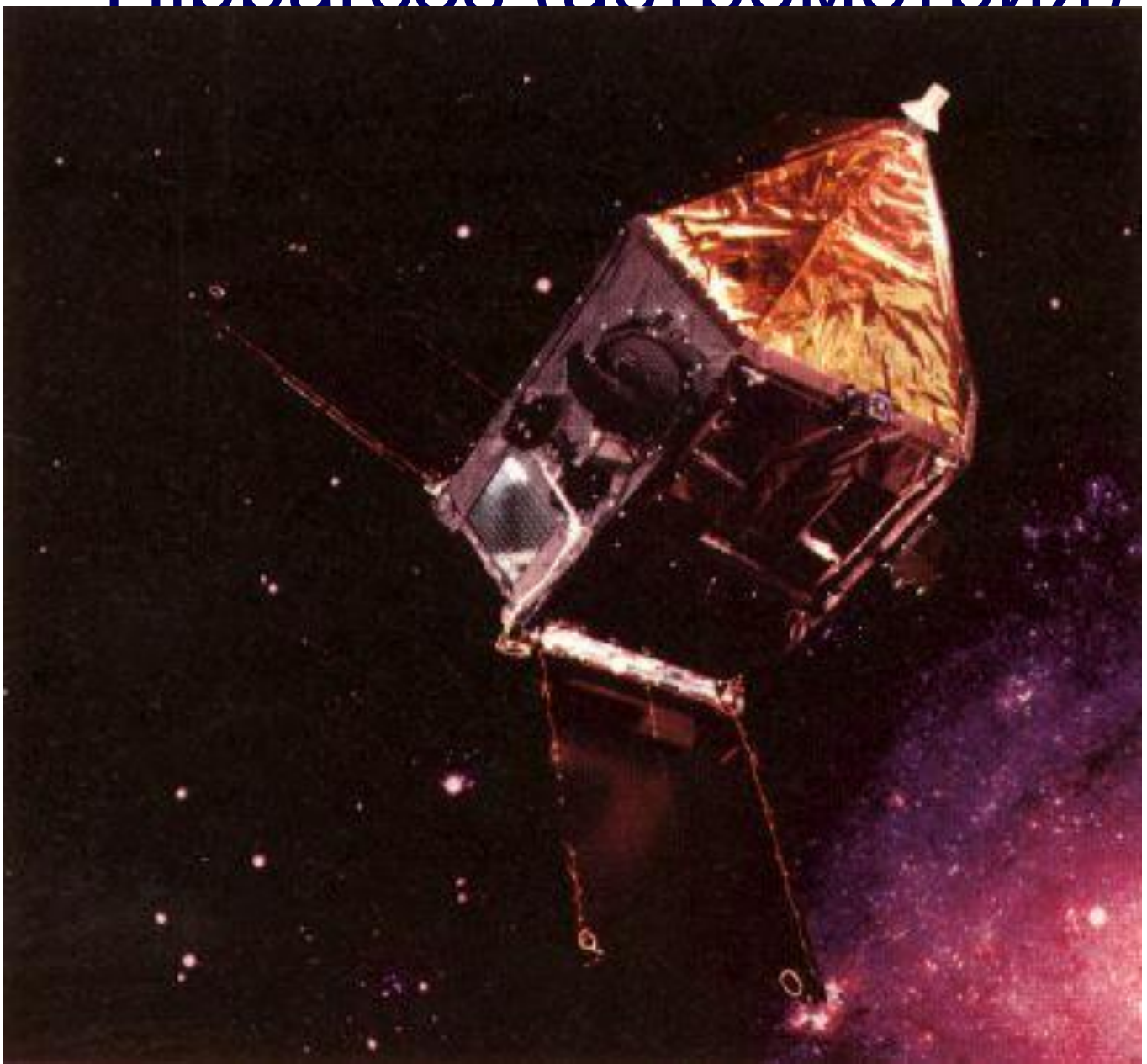
Спектроскопия экзопланет

HST

HST

HST

Hipparcos (астрометрия)



Hipparcos

ТЕЛЕСКОП:	АППАРАТ:
D = 29 см	08.08.1989
Шмидт	Ariane-4.4LP
F = 140 см	Куру
0,001 ´´	500 × 36 500 км

Hipparcos (37 месяцев работы)

определены **пять** астрометрических параметров

(в частности, параллаксы)

118 324 звёзд

с точностью, превосходящей точность наземных наблюдений

в **100** раз

Hipparcos (37 месяцев работы)

- определены положения (два астрометрических параметра) для **1 млн** звёзд, с точностью, превосходящей точность наземных наблюдений в **5—10** раз;
- определены фотометрические данные (звёздные величины в двух цветах) для **1 млн** звёзд;
- открыто свыше **8 000** переменных и около **3 000** двойных звёзд

Hipparcos (37 месяцев работы)

создан новый фундаментальный каталог,

а также два других дополнительных

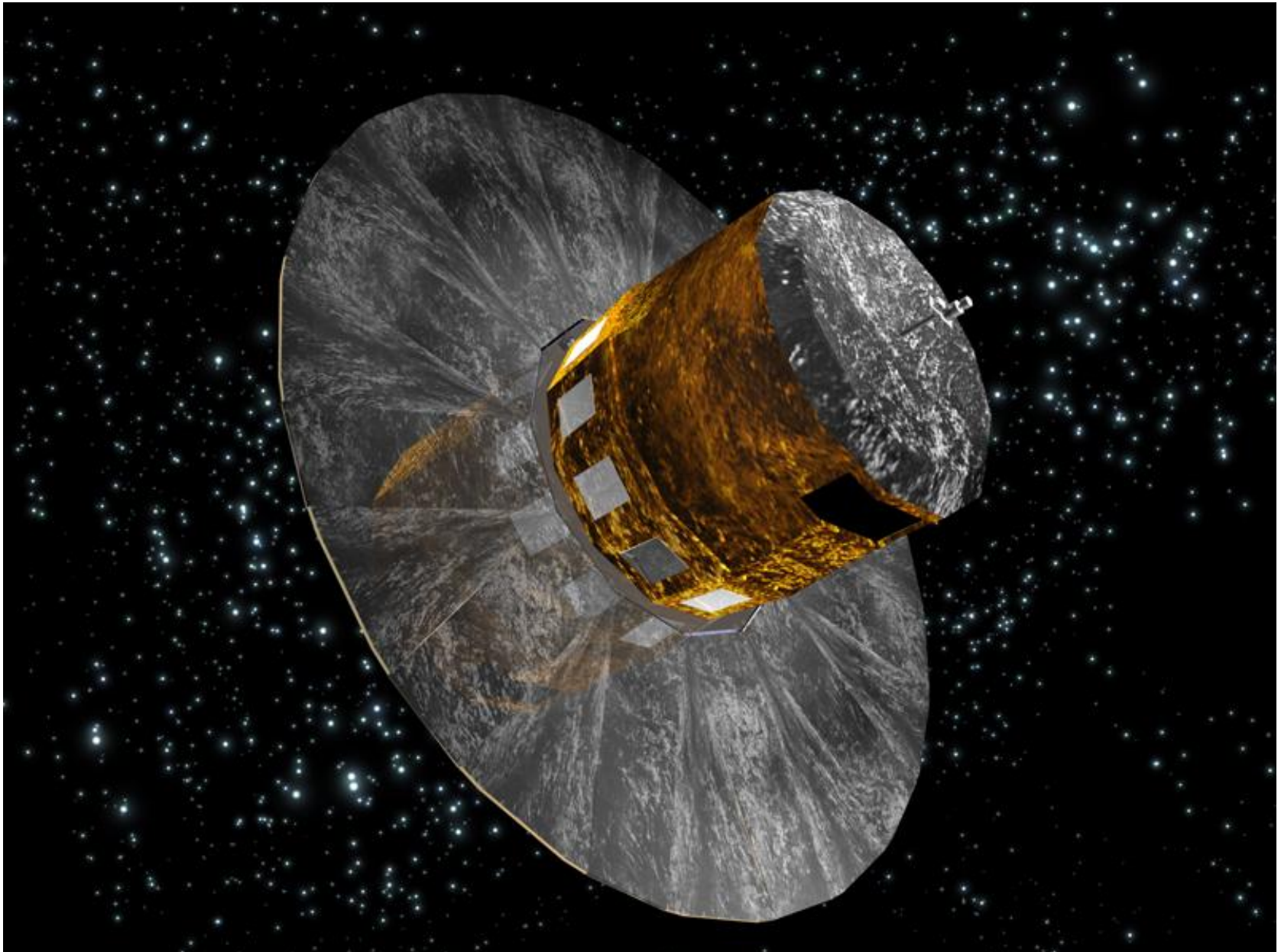
каталога, удовлетворяющих множеству

задач астрономии значительно лучше

каталогов, полностью базирующихся на

наземных наблюдениях

Gaia

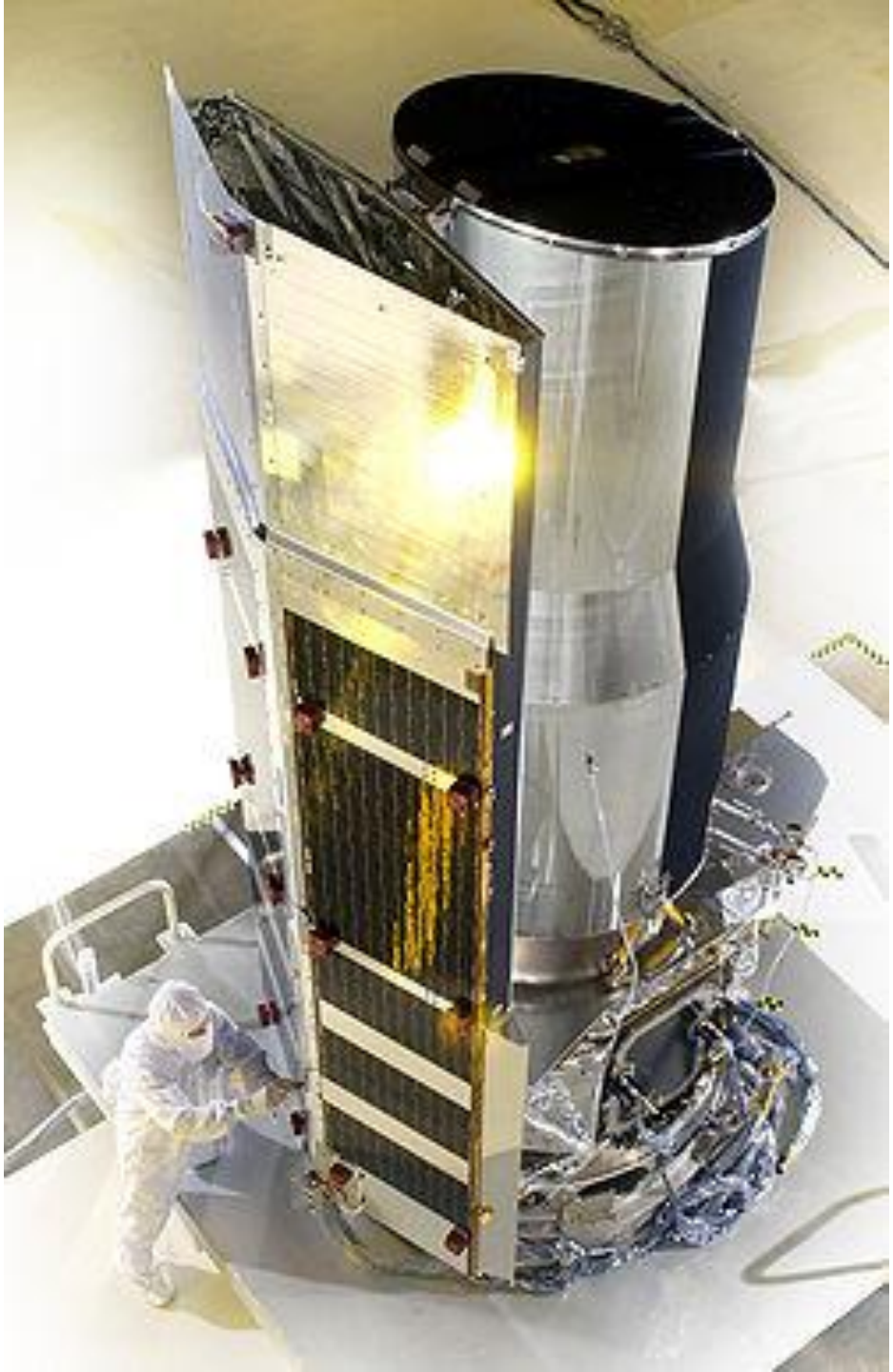


Gaia (13 лет и 740 МЕвро)

- Трехмерная карта Галактики с указанием координат, собственного движения и цвета 1 млрд. звезд;
- До 500 тысяч малых тел СС;
- До 500 тысяч QSOs (z + фотометрия);
- 7 μas V<12, 25 μas V=15, 300 μas V=20;
- 10 000 экзопланет до 200 пс;
- 106 CCD, 938 Мр;
- 150 ТВ информации (геном человека – 25 ТВ).

Gaia

ТЕЛЕСКОП:	АППАРАТ:
2 зеркала 1,45×0,5 м	19.12.2013
SiC	РН Союз – РБ Фрегат
F = 35 м	Куру
0,000007 ´´	L2



Spitzer

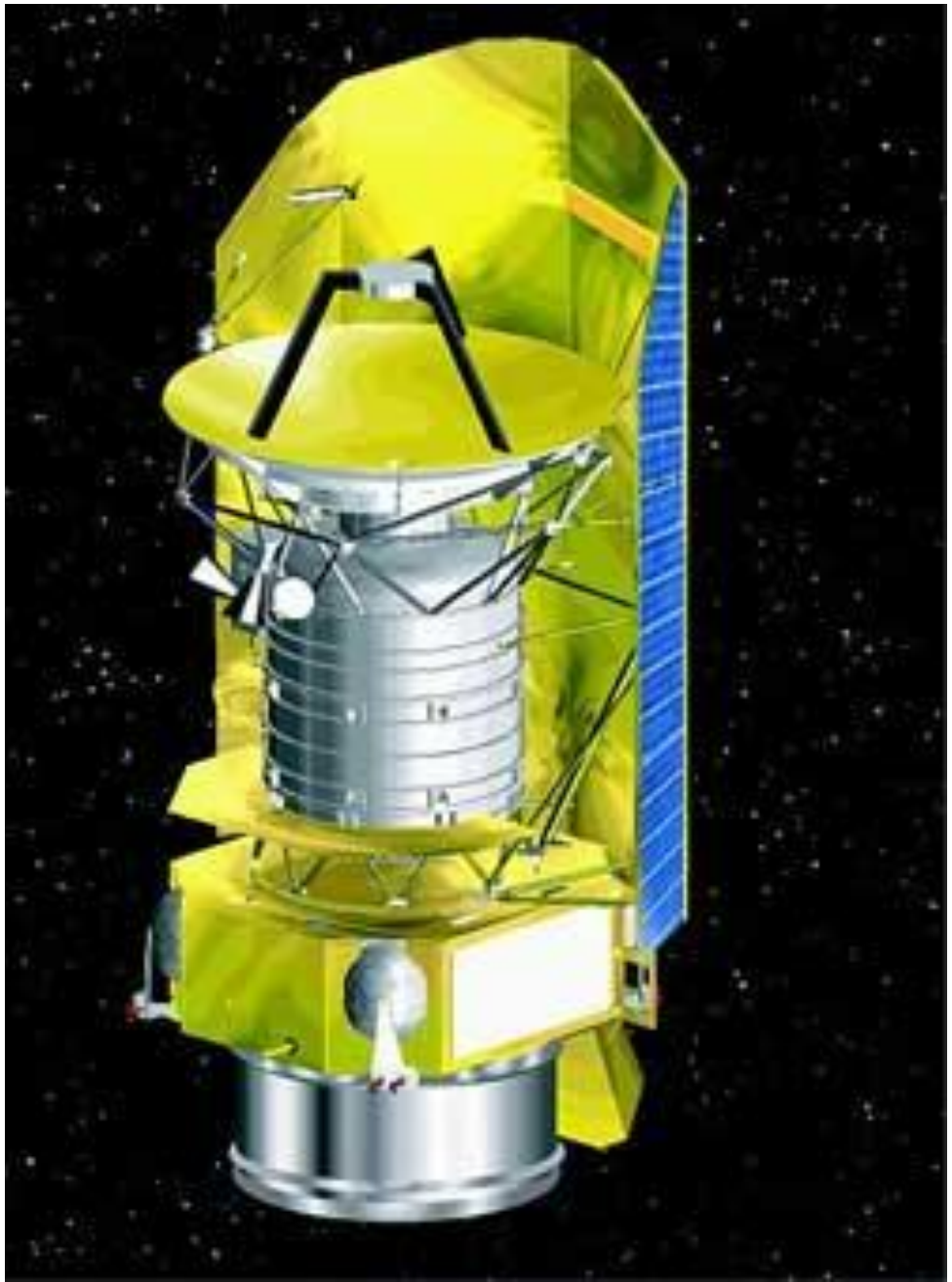
Spitzer

ЦЕЛИ:

- Коричневые карлики;
- Внесолнечные планеты;
- ГМО
- Области за облаками космической пыли

4 больших обсерватории NASA

- CGRO – гамма-излучение
- Chandra – рентген
- HST – оптический диапазон
- Spitzer – инфракрасный диапазон



Herschel Space Observatory (FIRST)

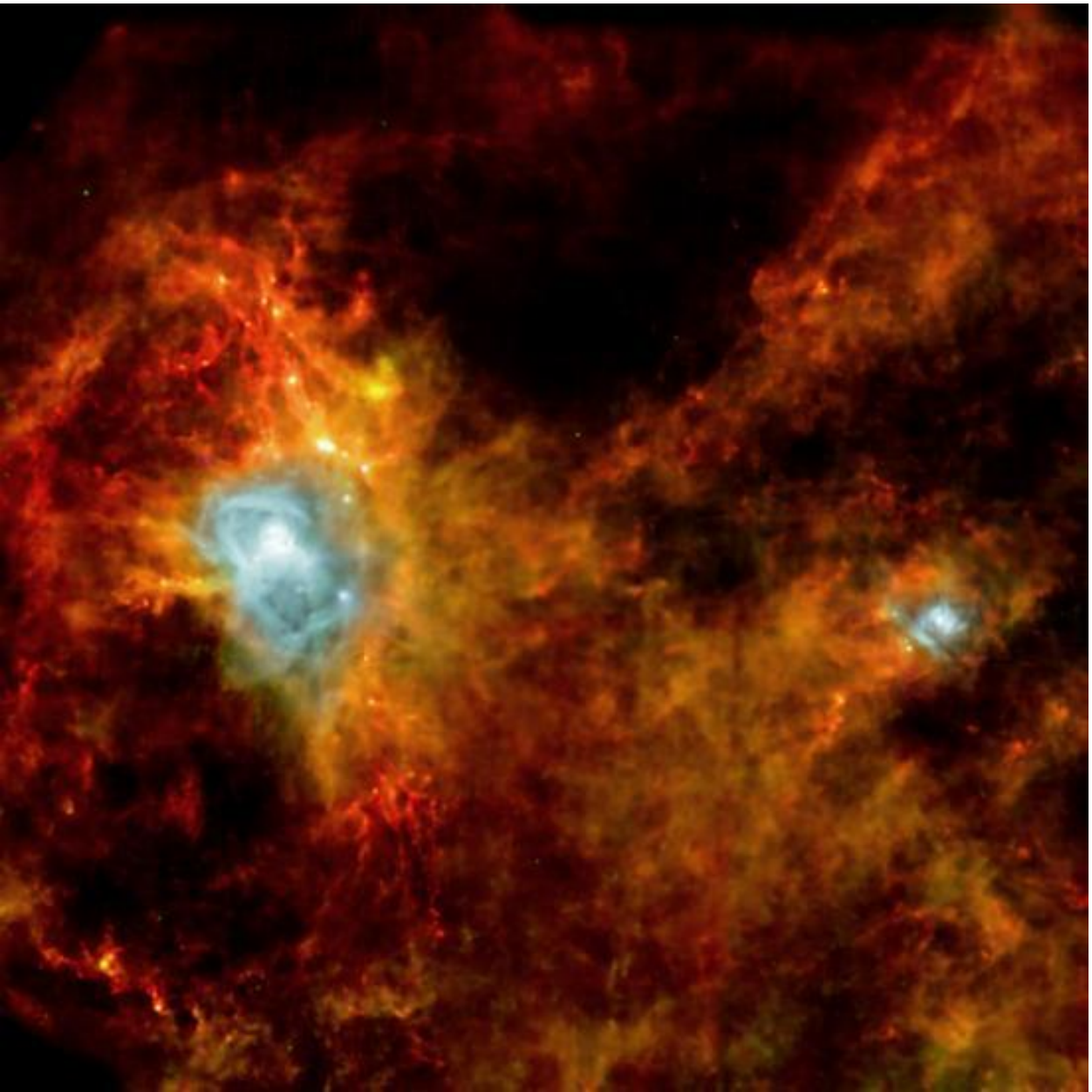
Herschel Space Observatory

ЦЕЛИ:

- Формирование и развитие галактик в ранней вселенной;
- Формирование звезд и их взаимодействие с межзвездной средой;
- Химический состав атмосфер и поверхности тел Солнечной системы, включая планеты, кометы и спутники планет

Herschel Space Observatory

ТЕЛЕСКОП:	АППАРАТ:
D = 3,5 м (12 элементов)	14.05.2009
Ричи - Кретьен	Ariane-5
Карбид кремния	Куру
A = 1 : 8,7	L2 Земля - Солнце
60 – 670 мкм	3 300 кг
T = 2 K (He)	
4 года	



Herschel

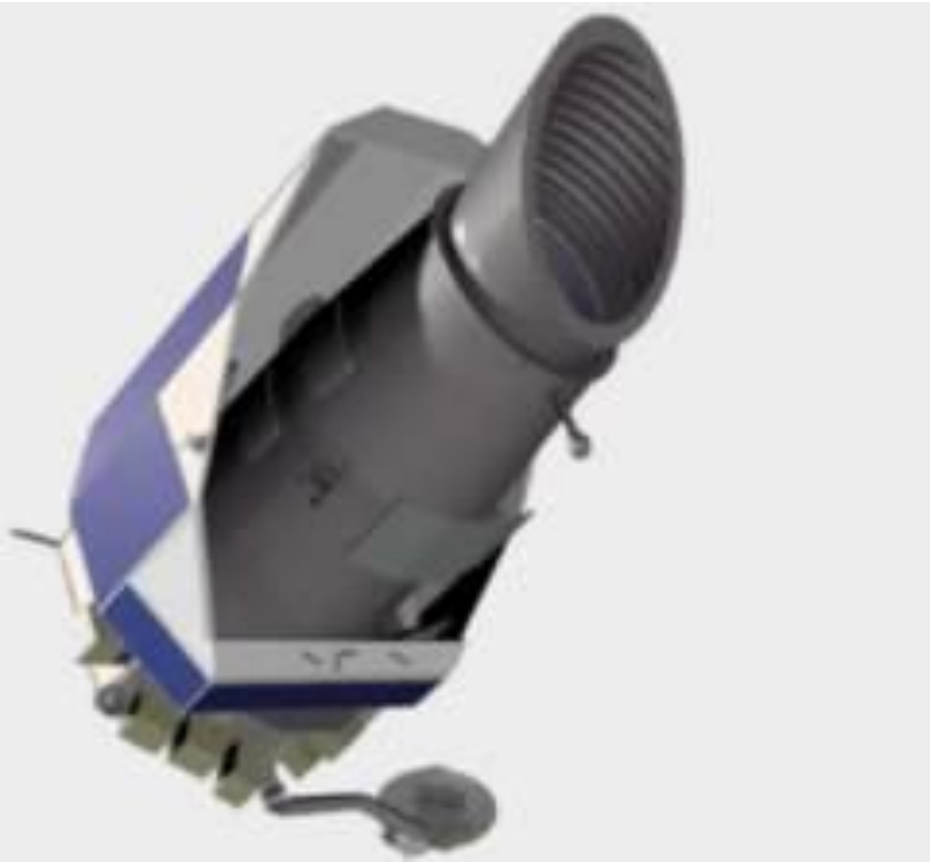
Область звездо-образования в Орле

Herschel

Галактика

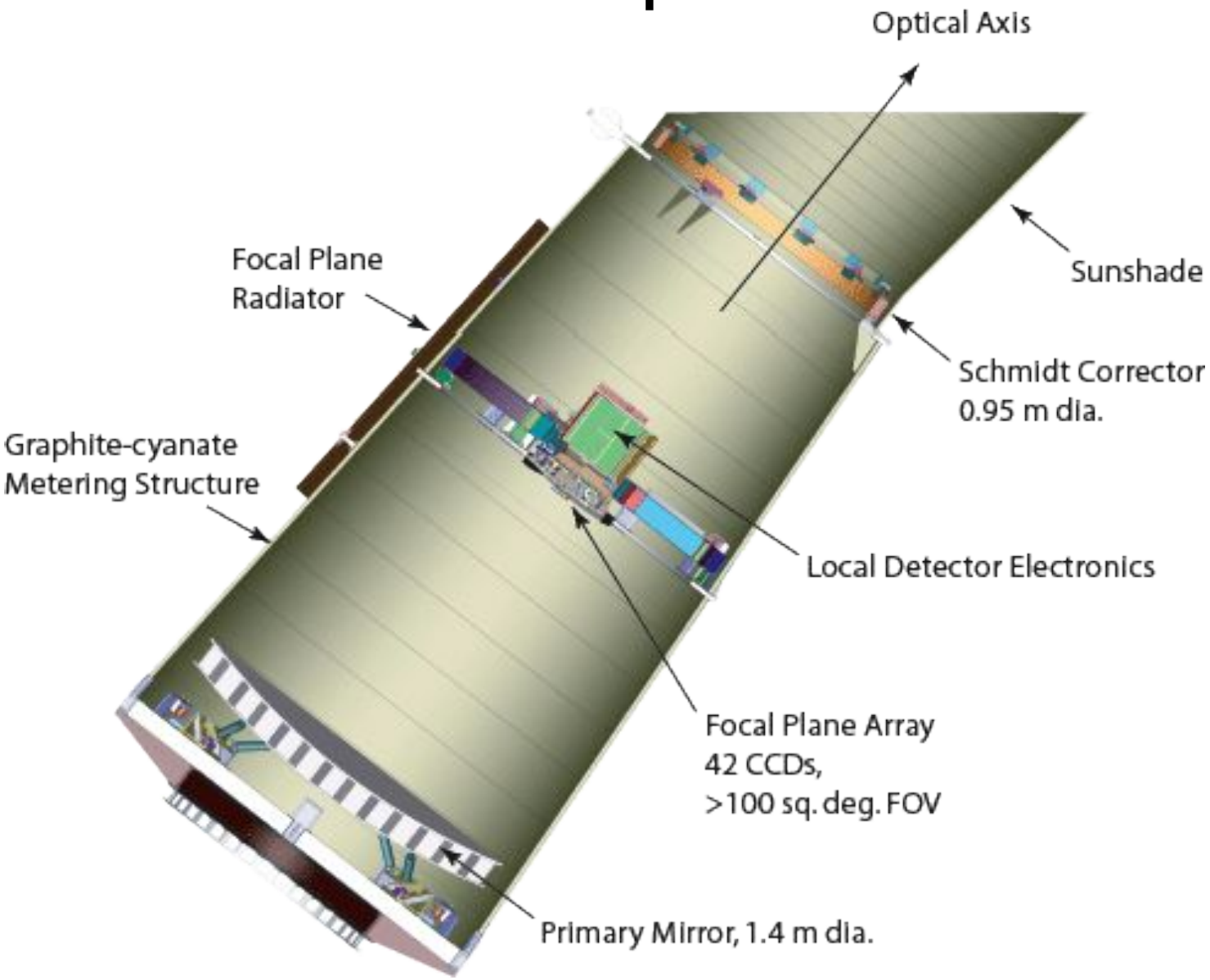
M51

Kepler

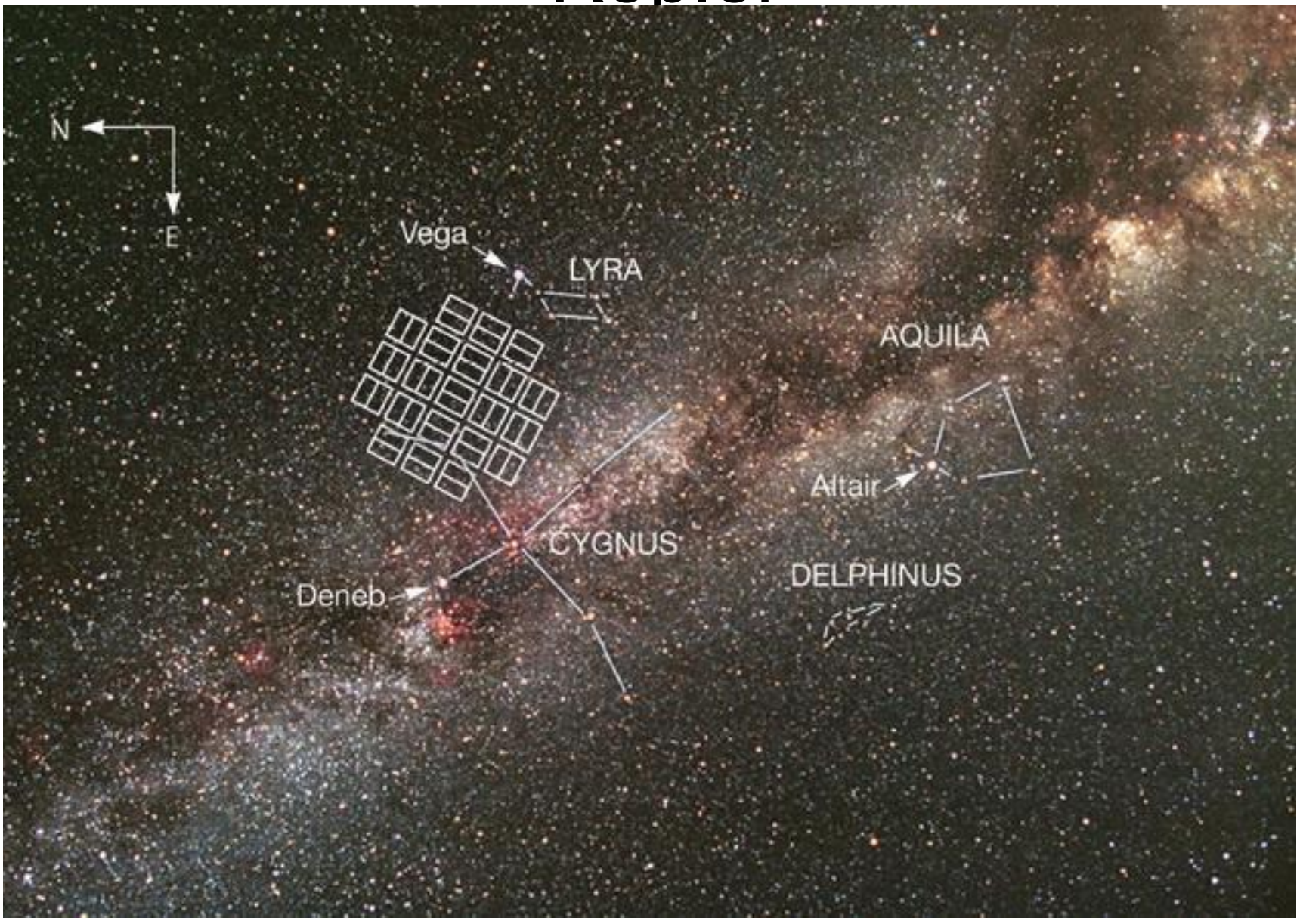


- 7 марта 2009 г.
- PH Delta II
- 3,5 года
- 100 000 звезд
- Видимая зв.вел.
  9 - 16
- 95 мегапикселей

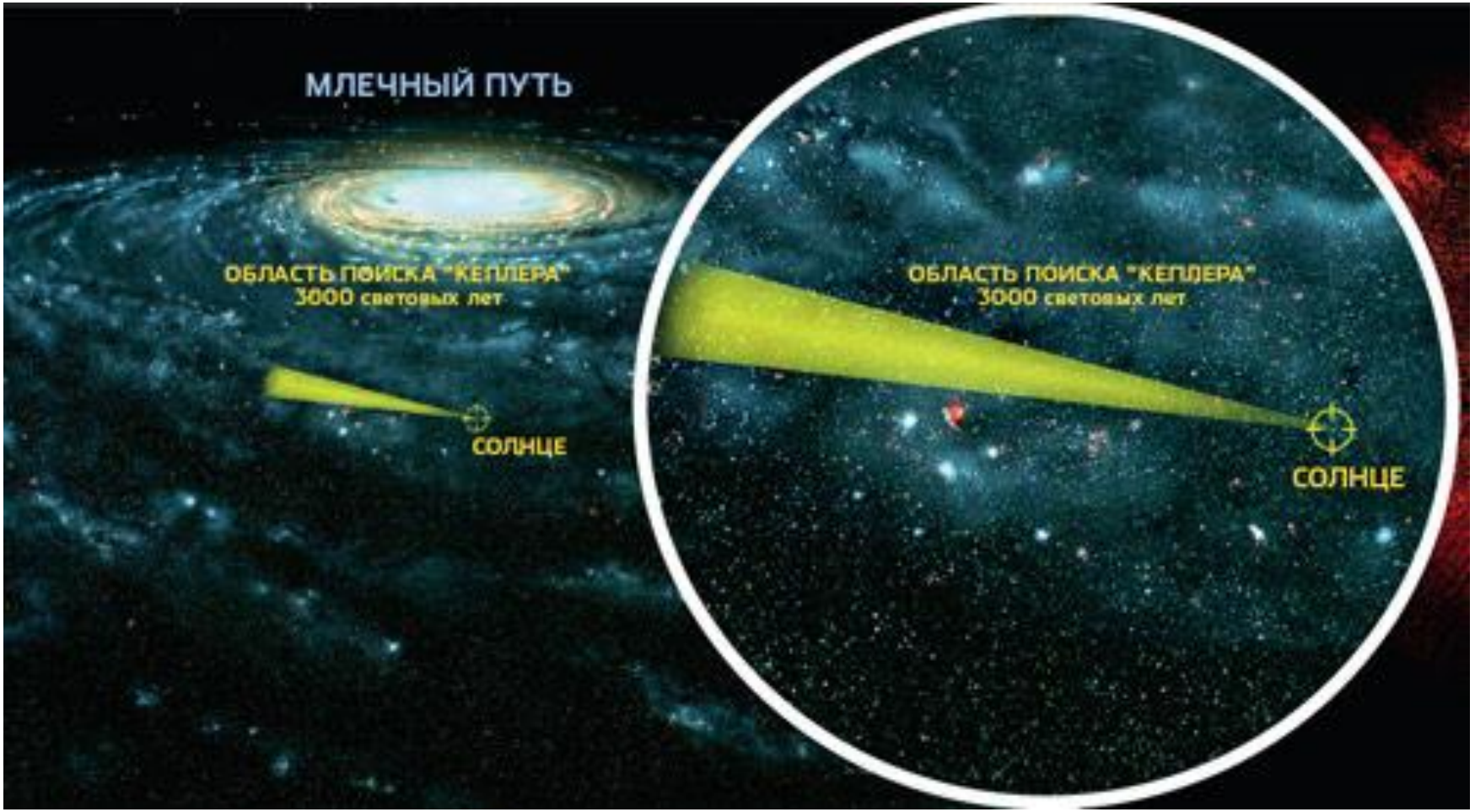
Kepler


Optical Axis
Focal Plane
Radiator
Sunshade
Schmidt Corrector
0.95 m dia.
Graphite-cyanate
Metering Structure
Local Detector Electronics
Focal Plane Array
42 CCDs,
>100 sq. deg. FOV
Primary Mirror, 1.4 m dia.

Kepler



Kepler


МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ
ОБЛАСТЬ ПОИСКА "КЕПЛЕРА"
3000 световых лет
СОЛНЦЕ
ОБЛАСТЬ ПОИСКА "КЕПЛЕРА"
3000 световых лет
СОЛНЦЕ

Поиск экзопланет

Наземные наблюдения

1995 – 2011 годы

552 планеты

Обнаружено 6-ю методами на всей небесной сфере

Одна – в зоне обитаемости

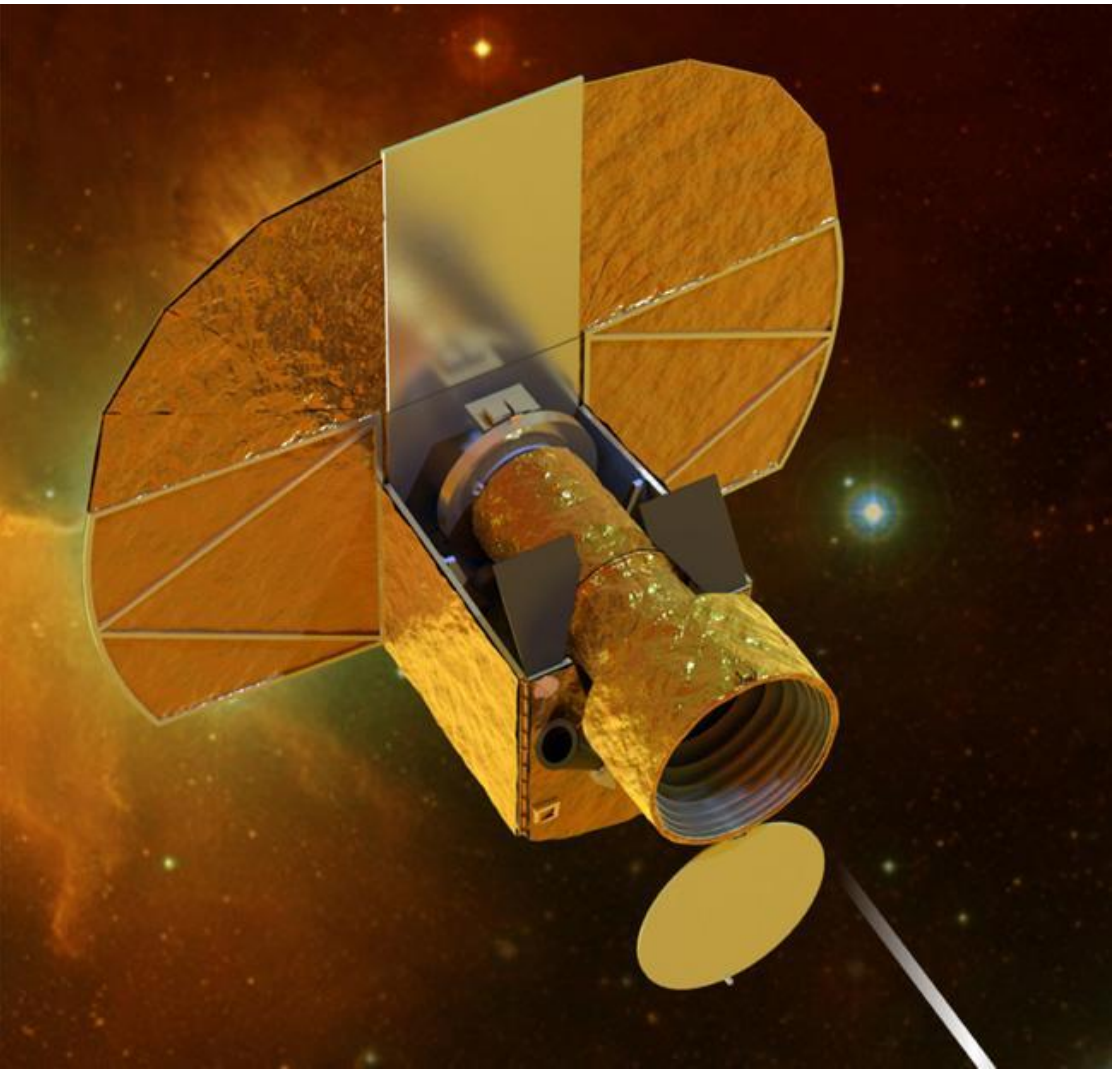
Космическая обсерватория

«Кеплер»

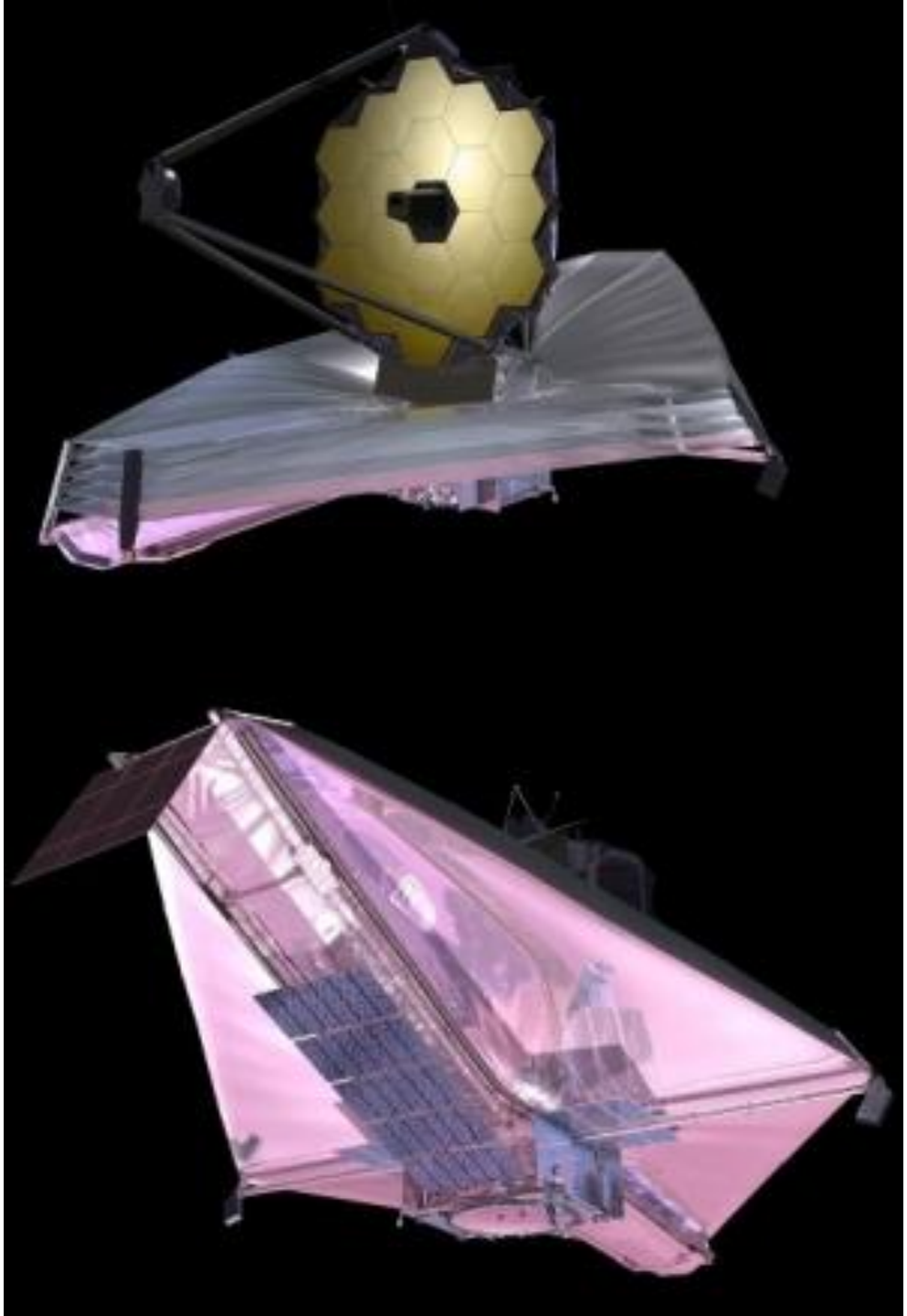
За год – 1235 планет

Из них 54 – в зоне обитаемости

Cheops — CHaracterising ExOPlanets Satellite



- 800 км ССО
- Рокот или Вега (200 кг)
- 33,5-см телескоп
- 1-ый из класса малых миссий ESA
- 2017 г., 3,5 года
- 50 M$



James Webb Space Telescope

(JWST)

(NGST)

JWST

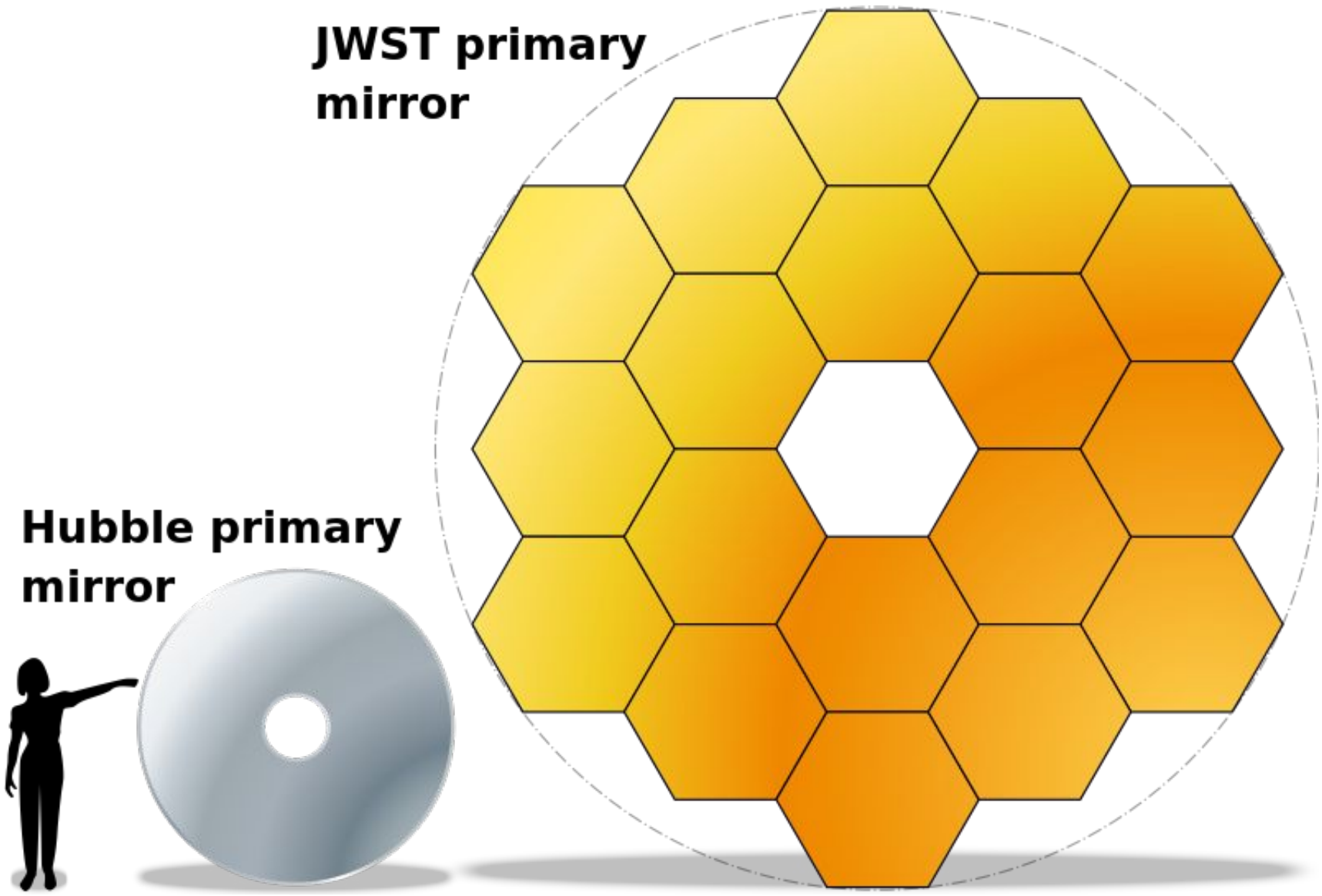
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ:

- проблем космологии и структуры Вселенной;
- происхождения и эволюции галактик;
- истории Млечного Пути и соседних галактик;
- рождения и образования звезд;
- происхождения и эволюции планетных систем.

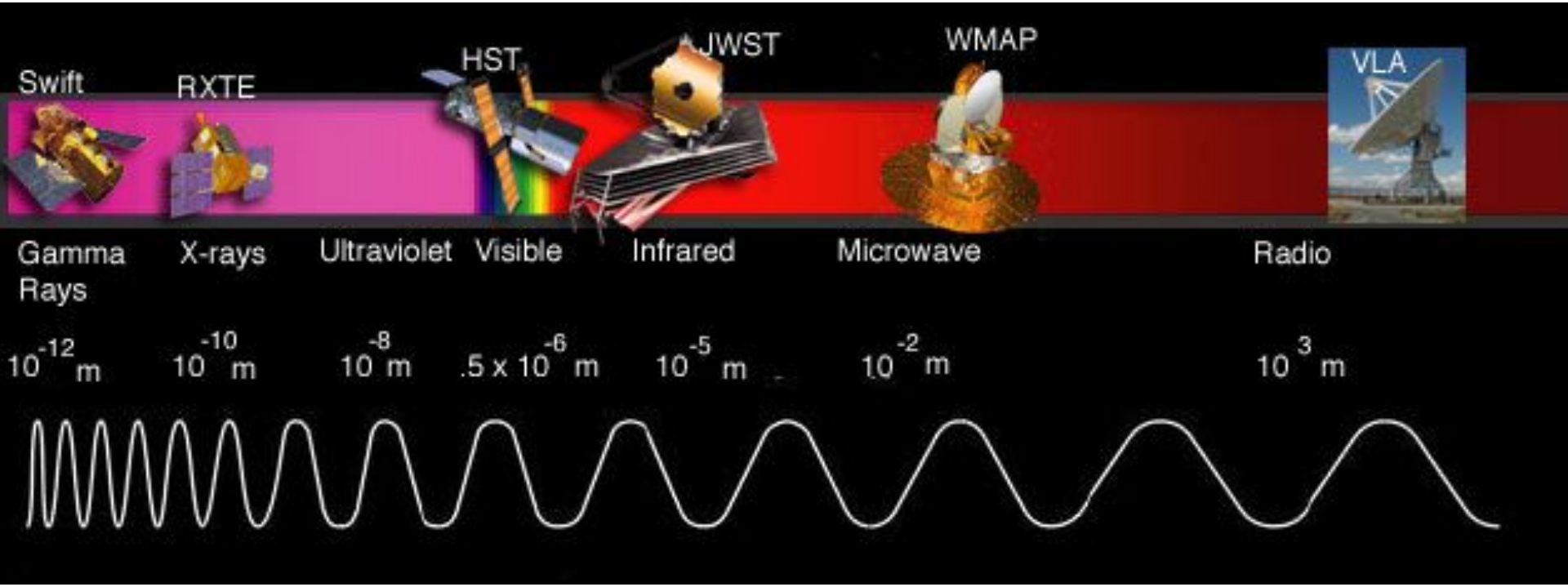
JWST

ТЕЛЕСКОП:	АППАРАТ:
D = 6,5 м	2019
0,6 – 28 мкм	L2 Земля – Солнце
Be + Au	Ariane-5

Должен закрыть промежуток
от 1 млн. лет
(реликтовое излучение)
до 1 млрд. лет
(телескопы)


JWST primary mirror
Hubble primary mirror

Спектральный диапазон



Гало – орбита вокруг L 2

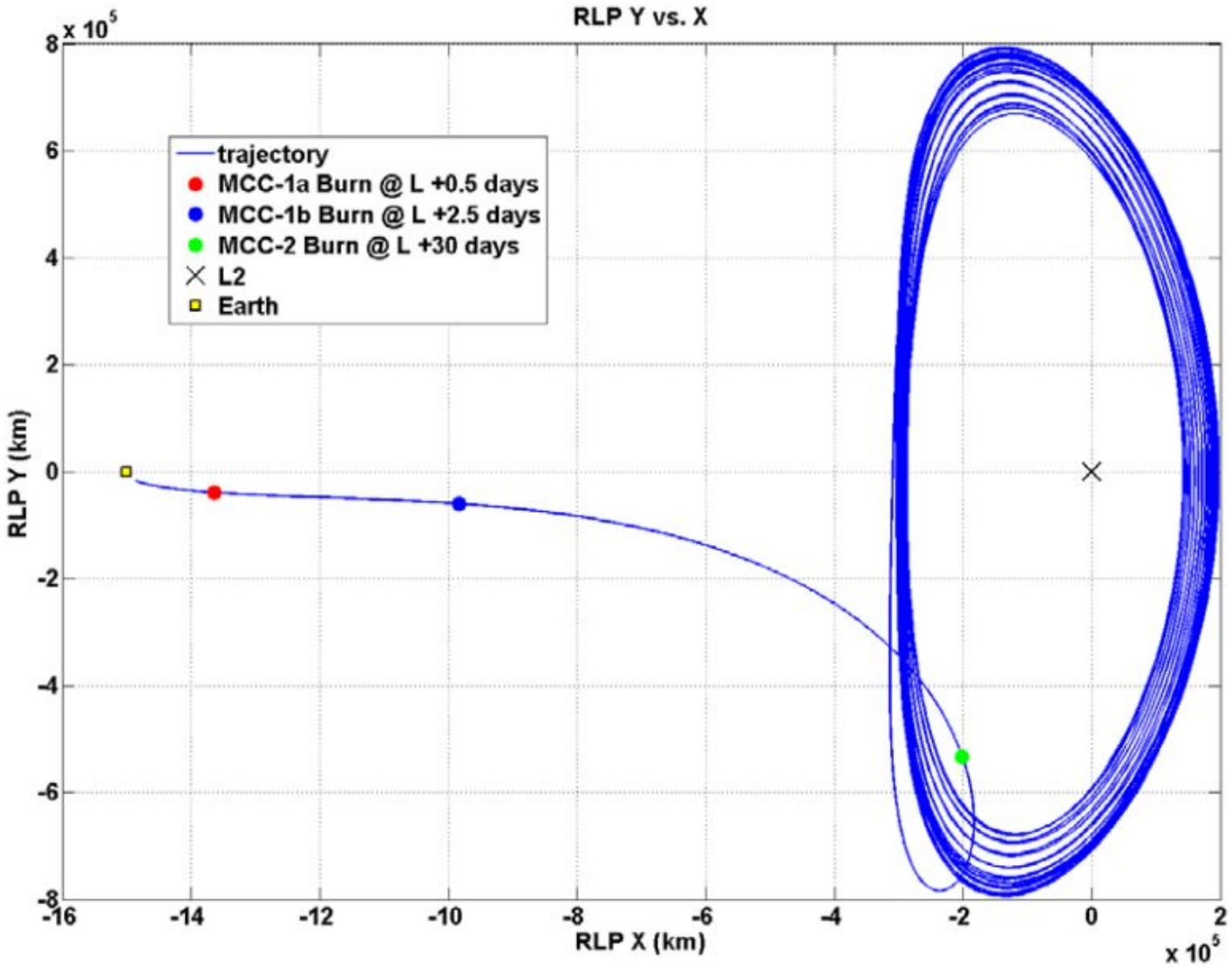
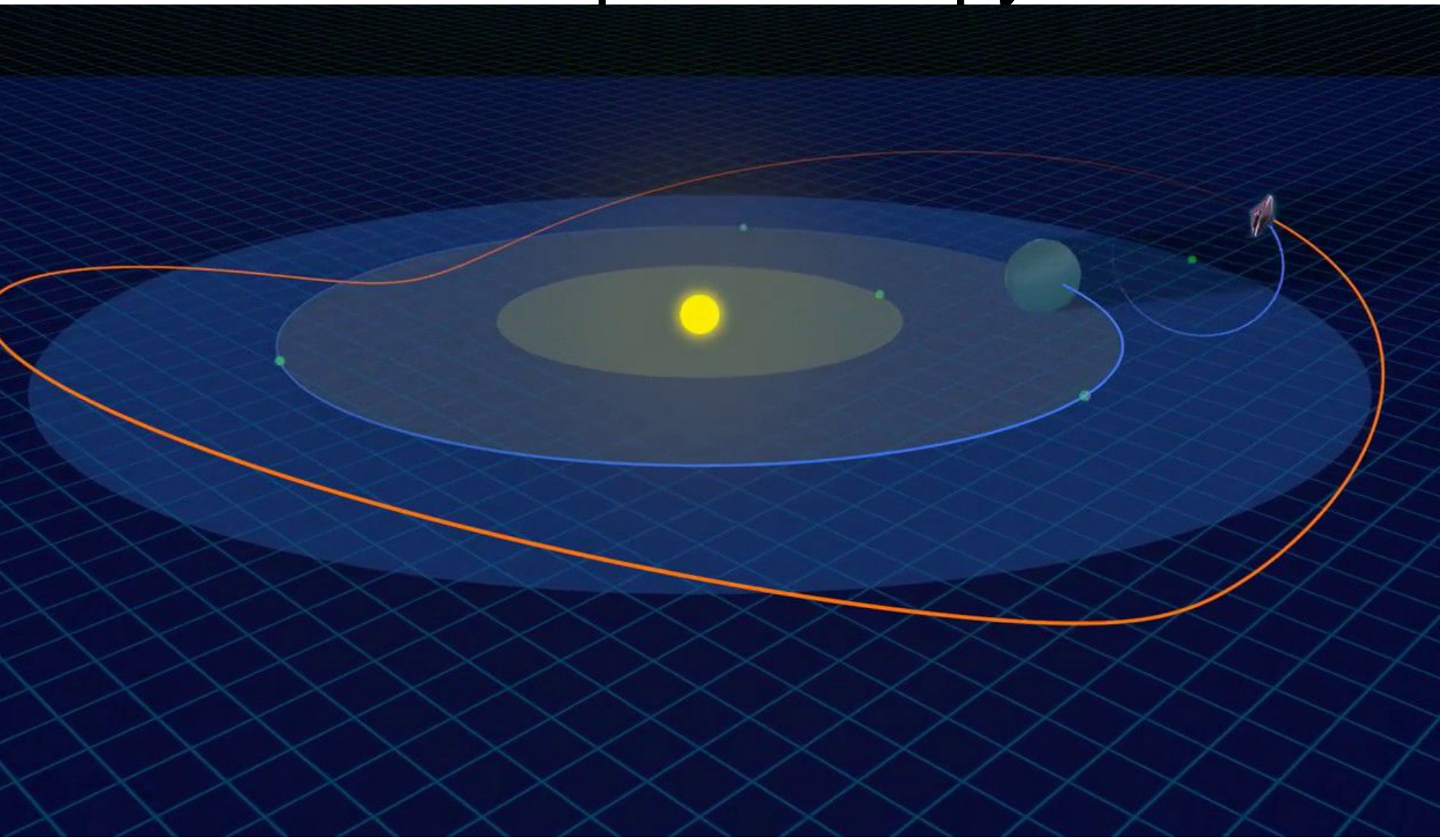


Figure 2. Representative Trajectory with JWST MCC maneuvers

Гало – орбита вокруг L2



ЦЕНА ВОПРОСА

- Hubble: 400 M$ → 6 G$;
- GWST: 500 M$ → 8,8 G$;

Бомбардировщик B-2 Spirit – G$ 2.1

Эсминец Zumwalt– G$ 4

Авианосец Gerald R. Ford – G$ 13

ЦЕНА ВОПРОСА

МКС – уже > 150 G$;

Военный бюджет США:

$ 700 000 000 000 в год