

# Космические телескопы



# Ограничения наземных наблюдений

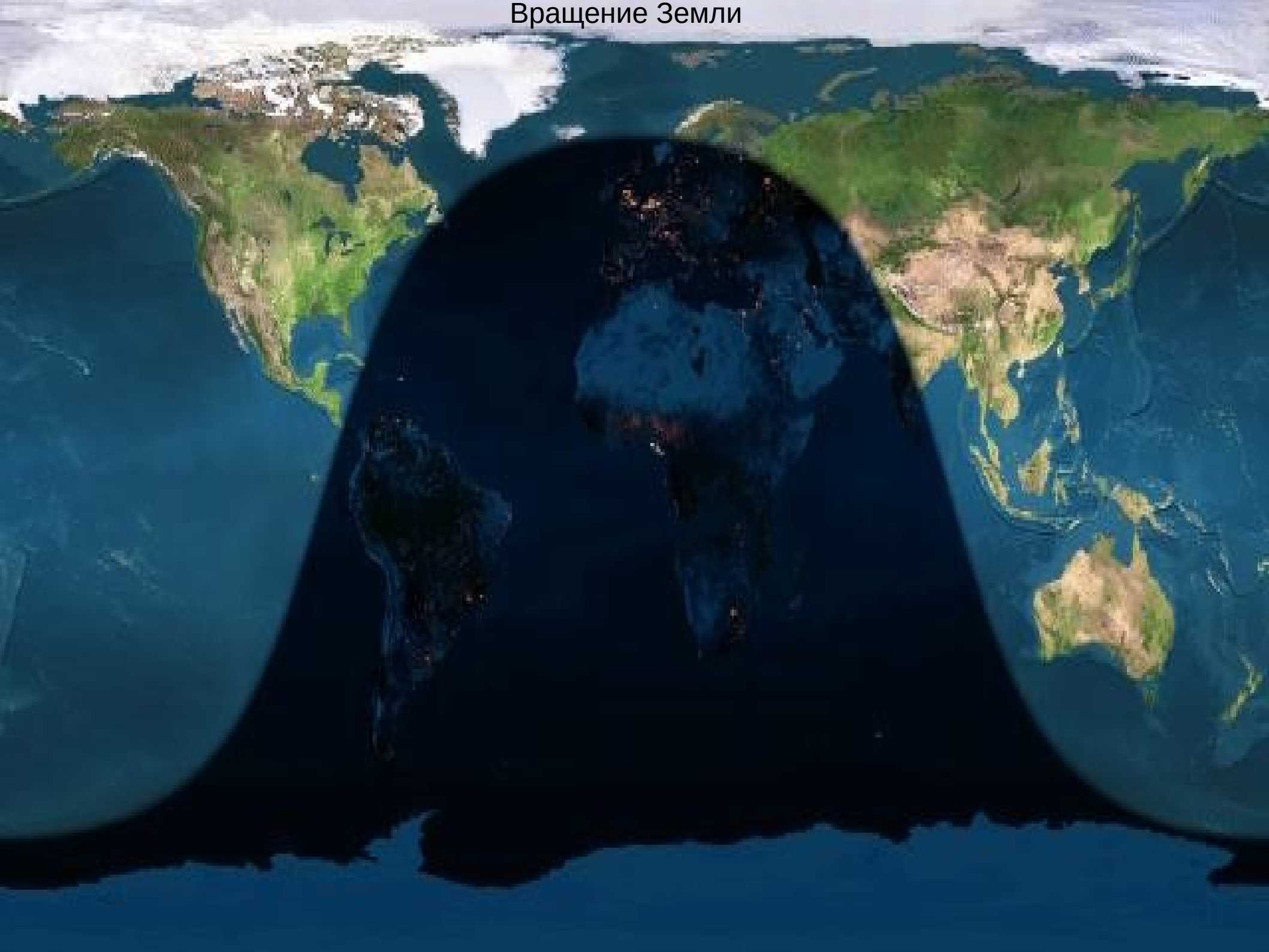
## Земля

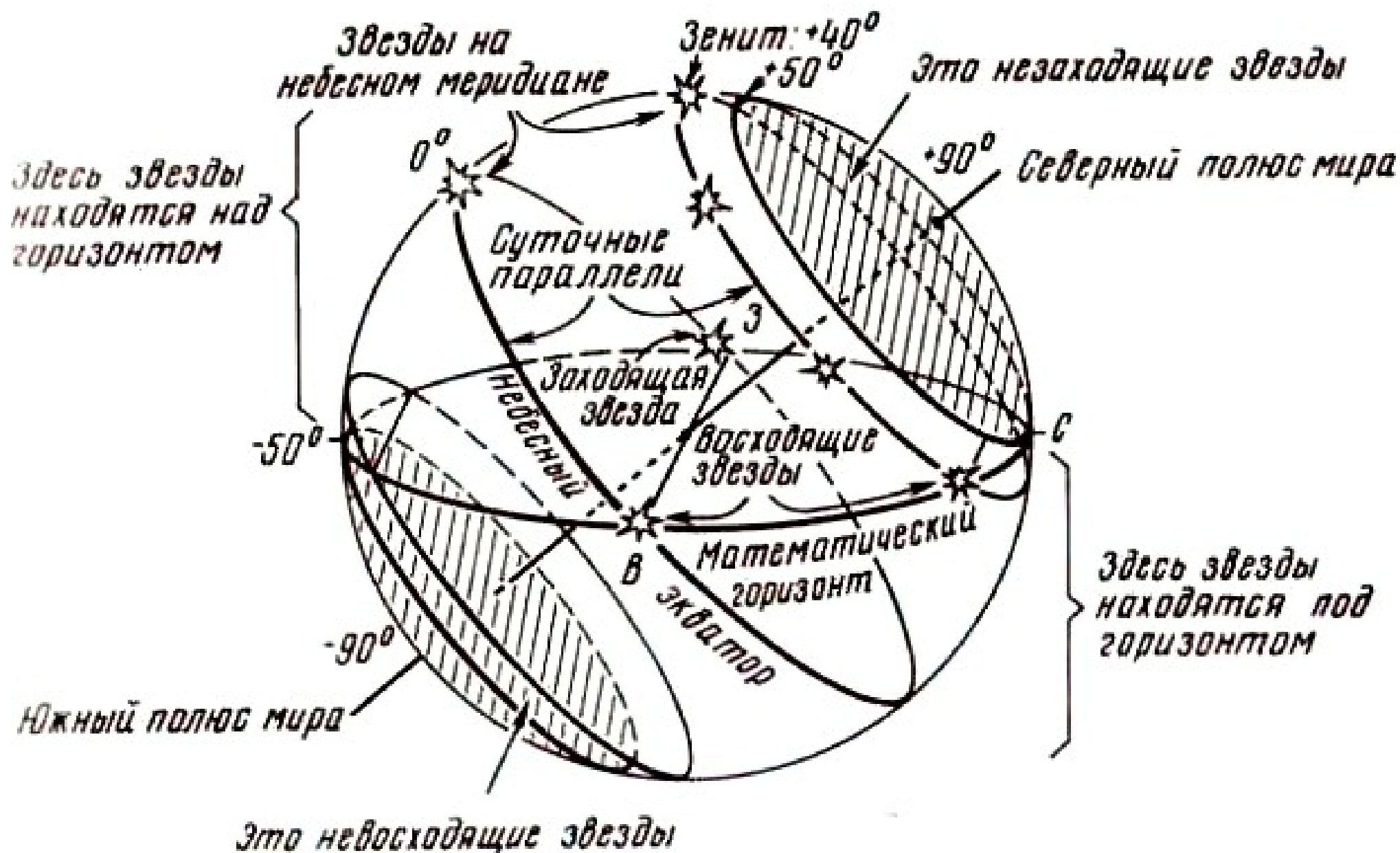
- Вращается. Время ночных наблюдений ограничено астрономическими сумерками.
- Условия видимости небесных тел определяются географическими координатами наблюдателя и сезоном (относительное положение Земли и Солнца)

## Атмосфера

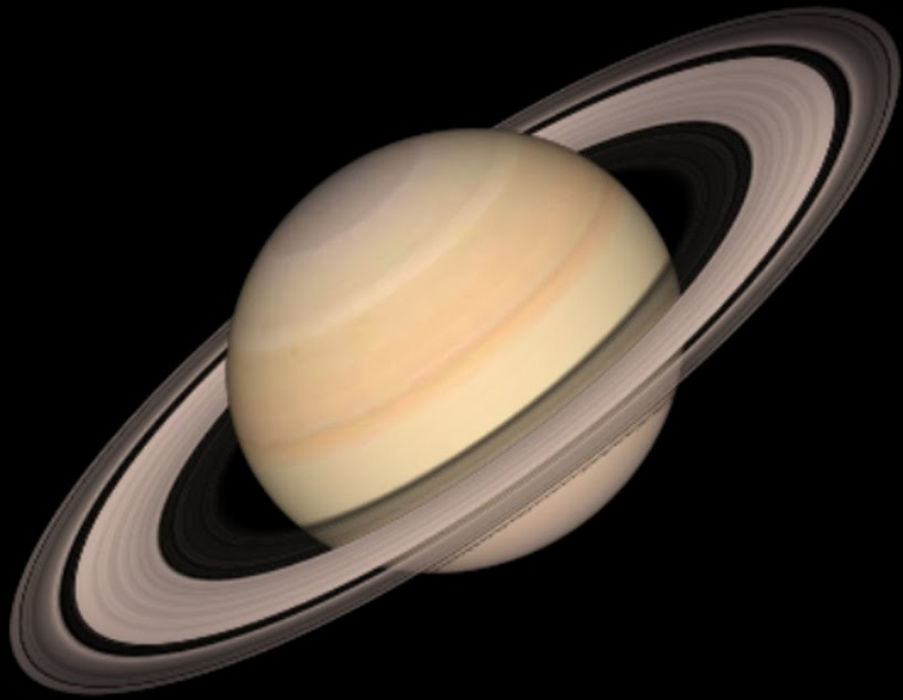
- Турбулентность ограничивает позиционную точность. Замывает изображение и не дает достичь дифракционного качества.
- Рефракция в атмосфере изменяет положения небесных тел.
- Атмосфера поглощает свет. Различные физические условия в атмосфере (как по горизонтали, так и по высоте) обеспечивают неоднородное и переменное поглощение. Функция поглощения (как интегральная, так и спектральная) от угловой высоты не является постоянной и ее учет затруднителен.
- Атмосфера рассеивает свет и сама излучает. Слабые объекты недоступны для наблюдений.
- Атмосфера пропускает большую часть электромагнитного диапазона. Невозможно наблюдать от УФ до  $\gamma$  и часть радио и ИК

# Вращение Земли





# ПЛАНЕТЫ

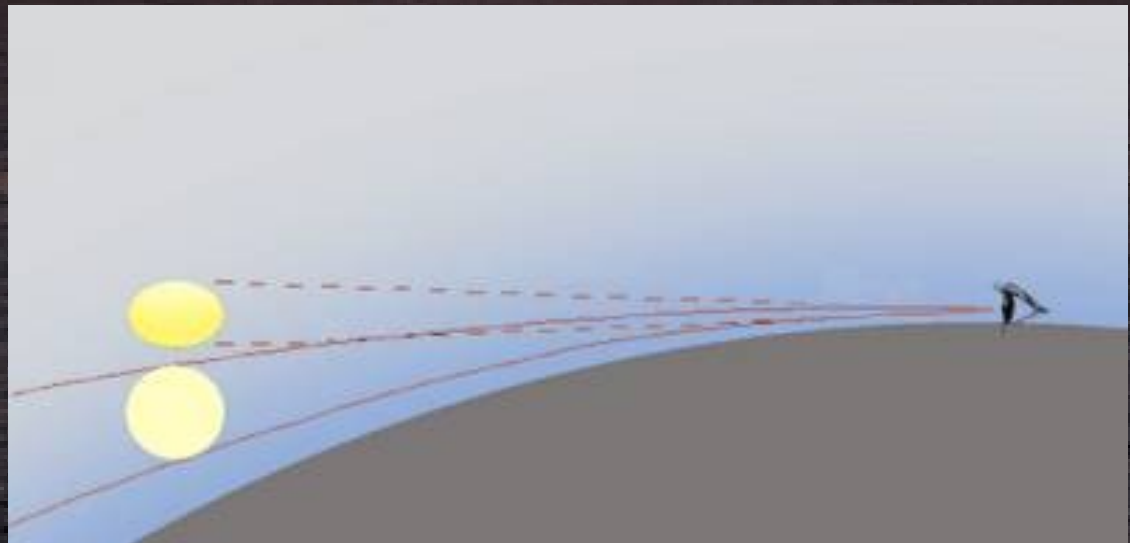


ОЖИДАНИЕ И РЕАЛЬНОСТЬ

## NGC 1300 с Земли и из космоса



# Рефракция



# Поглощение света у горизонта

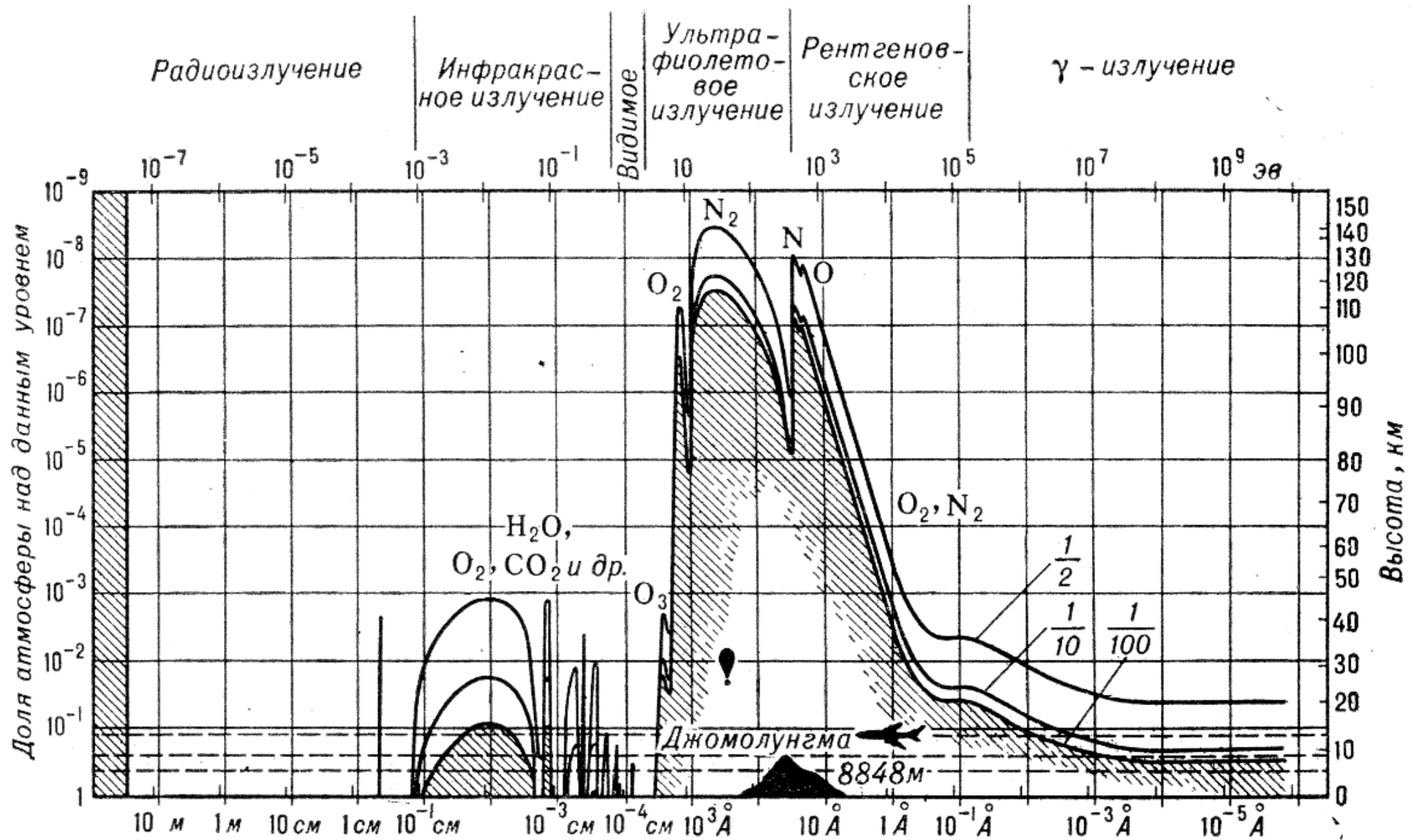


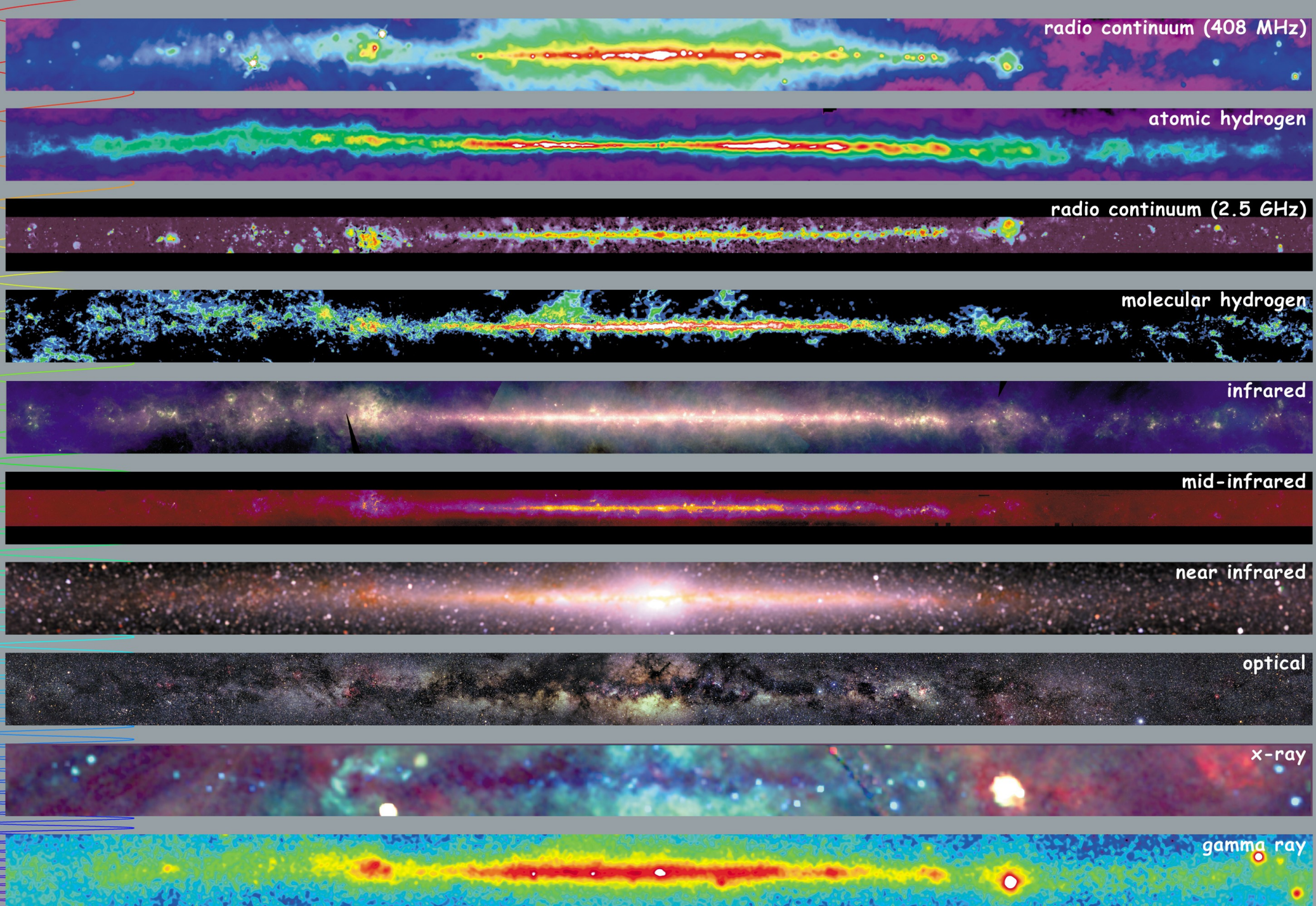


# Рассеяние света

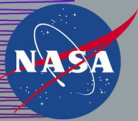


# Поглощение в земной атмосфере

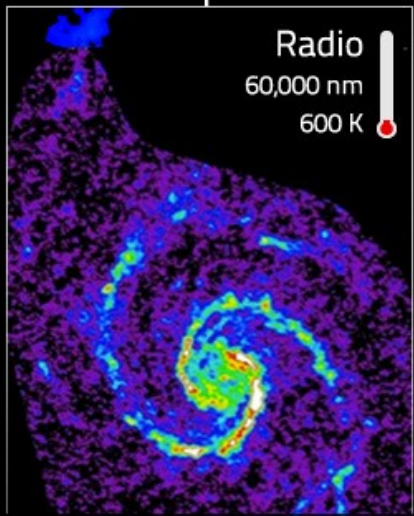
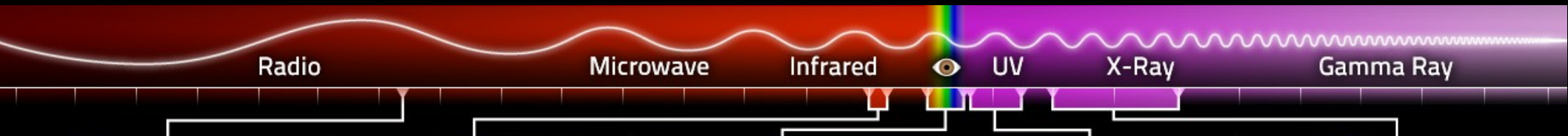




<http://adc.gsfc.nasa.gov/mw>



# Multiwavelength Milky Way



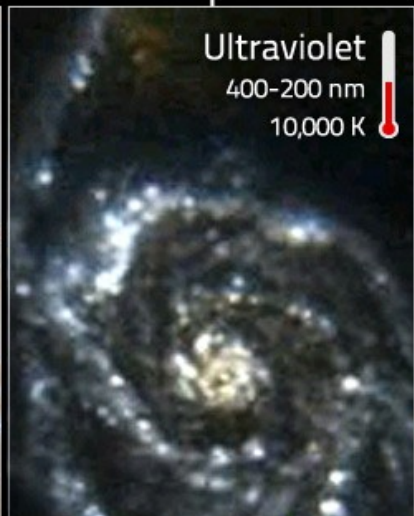
**Radio**  
60,000 nm  
600 K



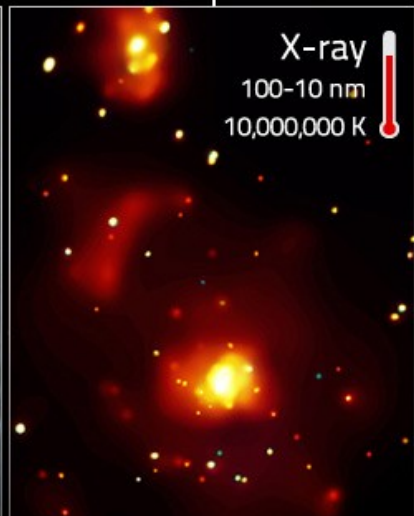
**Infrared**  
1200-800 nm (10-3.6 um)  
4,500 K



**Optical**  
450-750 nm  
6,000 K



**Ultraviolet**  
400-200 nm  
10,000 K



**X-ray**  
100-10 nm  
10,000,000 K

# Multiwavelength Whirlpool Galaxy

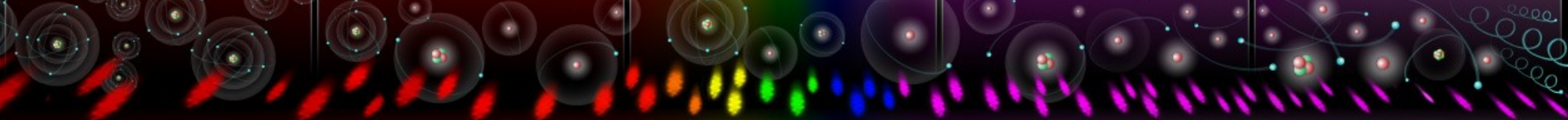
**COLD GAS:** Radio waves reveal regions of gas cool enough for CO<sub>2</sub> molecules to exist.

**COOL STARS:** Infrared shows smaller cool red stars that make up most of the galaxy.

**SOLAR STARS:** Optical light comes from stars around the size of the Sun.

**HOT STARS:** Ultraviolet shows the larger hot blue stars that are less frequent in galaxies.

**HOT GAS:** X-rays are emitted from the hottest regions of gas where atoms are ionized.



← COOL LOW ENERGY RADIATION      VISIBLE LIGHT      HOT HIGH ENERGY RADIATION →

# Гамма диапазон (атмосфера непрозрачна)

Имя	Космическое агентство	Запуск Телескопа	Окончание работы	Орбита	Источники
3rd High Energy Astronomy Observatory (HEAO 3)	NASA	20 сентябрь 1979	29 май 1981	Околоземная орбита (486.4-504.9 Км)	[1][2][3]
Astrorivelatore Gamma ad Immagini LEggero (AGILE)	ISA	23 Апреля 2007	—	Околоземная орбита (524—553 Км)	[4][5]
Compton Gamma Ray Observatory (CGRO) ✓	NASA	5 Апреля 1991	4 Июня 2000	Околоземная орбита (362—457 Км)	[6][7][8]
Cos-B ✓	ESA	9 Августа 1975	25 Апреля 1982	Околоземная орбита (339.6-99,876 Км)	[9][10][11]
Gamma	USSR, CNES, RSA	1 Июля 1990	1992	Околоземная орбита (375 Км)	[12]
Fermi Gamma-ray Space Telescope ✓	NASA	11 Июня 2008	—	Околоземная орбита (555 Км)	[13]
Granat	CNRS & IKI	1 Декабря 1989	25 Мая 1999	Околоземная орбита (2,000-200,000 Км)	[14][15][16]
High Energy Transient Explorer 2 (HETE 2)	NASA	9 Октября 2000	—	Околоземная орбита (590—650 Км)	[17][18][19]
International Gamma Ray Astrophysics Laboratory (INTEGRAL) ✓	ESA	17 Октября 2002	—	Околоземная орбита (639—153,000 Км)	[20][21]
Low Energy Gamma Ray Imager (LEGRI)	INTA	19 Мая 1997	2002	Околоземная орбита (600 Км)	[22][23]
Second Small Astronomy Satellite (SAS 2)	NASA	15 Ноября 1972	8 Июня 1973	Околоземная орбита (443—632 Км)	[24][25]
Swift Gamma Ray Burst Explorer ✓	NASA	20 Ноября 2004	—	Околоземная орбита (585—604 Км)	[26][27]

# Рентгеновский диапазон

## (атмосфера непрозрачна)


Имя	Космическое агентство	Дата запуска	Окончание работы	Параметры орбиты	Источники
Astron	IKI	23 Марта 1983	Июнь 1989	Околосемная орбита (2,000 — 200,000 Км)	[42][43][44]
Chandra X-ray Observatory	NASA	23 Июля 1999	—	Околосемная орбита (9,942-140,000 Км)	[54][55]
Cos-B	ESA	9 Августа 1975	25 Апреля 1982	Околосемная орбита (339.6-99,876 Км)	[9][10][56]
EXOSAT	ESA	26 Мая 1983	8 Апреля 1986	Околосемная орбита (347—191,709 Км)	[63][64][65]
Granat	CNRS & IKI	1 Декабря 1989	25 Мая 1999	Околосемная орбита (2,000-200,000 Км)	[14][15][16]
International Gamma Ray Astrophysics Laboratory (INTEGRAL)	ESA	17 Октября 2002	—	Околосемная орбита (639—153,000 Км)	[20][21]
ROSAT	NASA & DLR	1 Июня 1990	12 Февраля 1999	Околосемная орбита (580 Км)	[76][77][78]
Swift Gamma Ray Burst Explorer	NASA	20 Ноября 2004	—	Околосемная орбита (585—604 Км)	[26][27]
XMM-Newton	ESA	10 Декабря 1999	—	Околосемная орбита (7,365-114,000 Км)	[94][95]

# Ультрафиолетовый диапазон (атмосфера непрозрачна)

Имя	Космическое агентство	Дата запуска	Окончание работы	Параметры орбиты	Источники
Far Ultraviolet Spectroscopic Explorer (FUSE) ✓	NASA & CNES & CSA	24 Июня 1999	12 Июля 2007	Околоземная орбита (752—767 Км)	[106][107]
Galaxy Evolution Explorer (GALEX) ✓	NASA	28 Апреля 2003	28 июня 2013	Околоземная орбита (691—697 Км)	[108][109]
Hubble Space Telescope ✓	NASA & ESA	24 Апреля 1990	—	Околоземная орбита (586.47-610.44 Км)	[110]
International Ultraviolet Explorer (IUE) ✓	ESA & NASA & SERC	26 Января 1978	30 Сентября 1996	Околоземная орбита (32,050-52,254 Км)	[111][112]

# Оптический диапазон

(прозрачная атмосфера, дифракционное качество)

Имя	Космическое агентство	Дата запуска	Окончание работы	Параметры орбиты	Источники
Advanced Technology Large Aperture Space Telescope	Space Telescope Science Institute	2025	—	Sun-Earth L <sub>2</sub> Точка лангранжа	[119]
Astrosat	ISRO	2011	—	Околоземная орбита (650 Км)	[47][48]
COROT	CNES & ESA	27 Декабря 2006	—	Околоземная орбита (872—884 Км)	[120][121]
Dark Energy Space Telescope	NASA & DOE	TBA	—	—	[122]
Gaia	ESA	2012	—	Sun-Earth L <sub>2</sub> Точка лангранжа	[123]
Hipparcos	ESA	8 Августа 1989	Март 1993	Околоземная орбита (223-35,632 Км)	[124][125][126]
Hubble 	NASA	24 Апреля 1990	—	Околоземная орбита (586.47-610.44 Км)	[110]
Kepler	NASA	6 Марта 2009	—	Earth-trailing heliocentric orbit	[127][128][129]
MOST	CSA	30 Июня 2003	—	Околоземная орбита (819—832 Км)	[130][131]
Swift Gamma Ray Burst Explorer	NASA	20 Ноября 2004	—	Околоземная орбита (585—604 Км)	[26][27]



# Инфракрасный диапазон (атмосфера частично прозрачна)

Имя	Космическое агентство	Дата запуска	Окончание работы	Параметры орбиты	Источники
AKARI	JAXA	21 Февраля, 2006	—	Околоземная орбита (586.47-610.44 Км)	[134][135]
Herschel Space Observatory	ESA & NASA	14 Мая 2009 <sup>[137]</sup>	—	Sun-Earth L <sub>2</sub> Точка лангранжа	[138][139][140]
IRAS	NASA	25 Января 1983	21 Ноября 1983	Околоземная орбита (889—903 Км)	[141][142]
Infrared Space Observatory (ISO)	ESA	17 Ноября 1995	16 Мая 1998	Околоземная орбита (1000-70500 Км)	[143][144][145]
Spitzer Space Telescope	NASA	25 Августа 2003	—	Solar orbit (0.98-1.02 AU)	[150][151]
Wide-field Infrared Survey Explorer (WISE)	NASA	14 Декабря 2009	—	Околоземная орбита (500 Км)	[155][156][157]
James Webb Space Telescope	NASA	2018	—	Sun-Earth L <sub>2</sub> Точка лангранжа	[148]

# Микроволновой диапазон (атмосфера частично непрозрачна)

Имя	Космическое агентство	Дата запуска	Окончание работы	Параметры орбиты	Источники
Cosmic Background Explorer (COBE) ✓	NASA	18 Ноября 1989	23 Декабря 1993	Околоземная орбита (900 Км)	[160][161]
Odin	Swedish Space Corporation	20 Февраля 2001	—	Околоземная орбита (622 Км)	[162][163]
Planck ✓	ESA	14 Мая 2009	—	Sun-Earth L <sub>2</sub> Точка лангранжа	[164][165][166]
WMAP	NASA	30 Июня 2001	—	Sun-Earth L <sub>2</sub> Точка лангранжа	[167]

# Радиодиапазон (атмосфера прозрачна, РСДБ)

Имя	Космическое агентство	Дата запуска	Окончание работы	Параметры орбиты	Источники
Highly Advanced Laboratory for Communications and Astronomy (HALCA, or VSOP)	ISAS	12 Февраля 1997	30 Ноября 2005	Околосземная орбита (560-21,400 Км)	[168][169][170]
РадиоАстрон ✓	АКЦ ФИАН	18 июля 2011	—	Околосземная орбита (10,000-340,000 Км)	[171][172][173]
VSOP-2	JAXA	2012	—	—	[174]

