

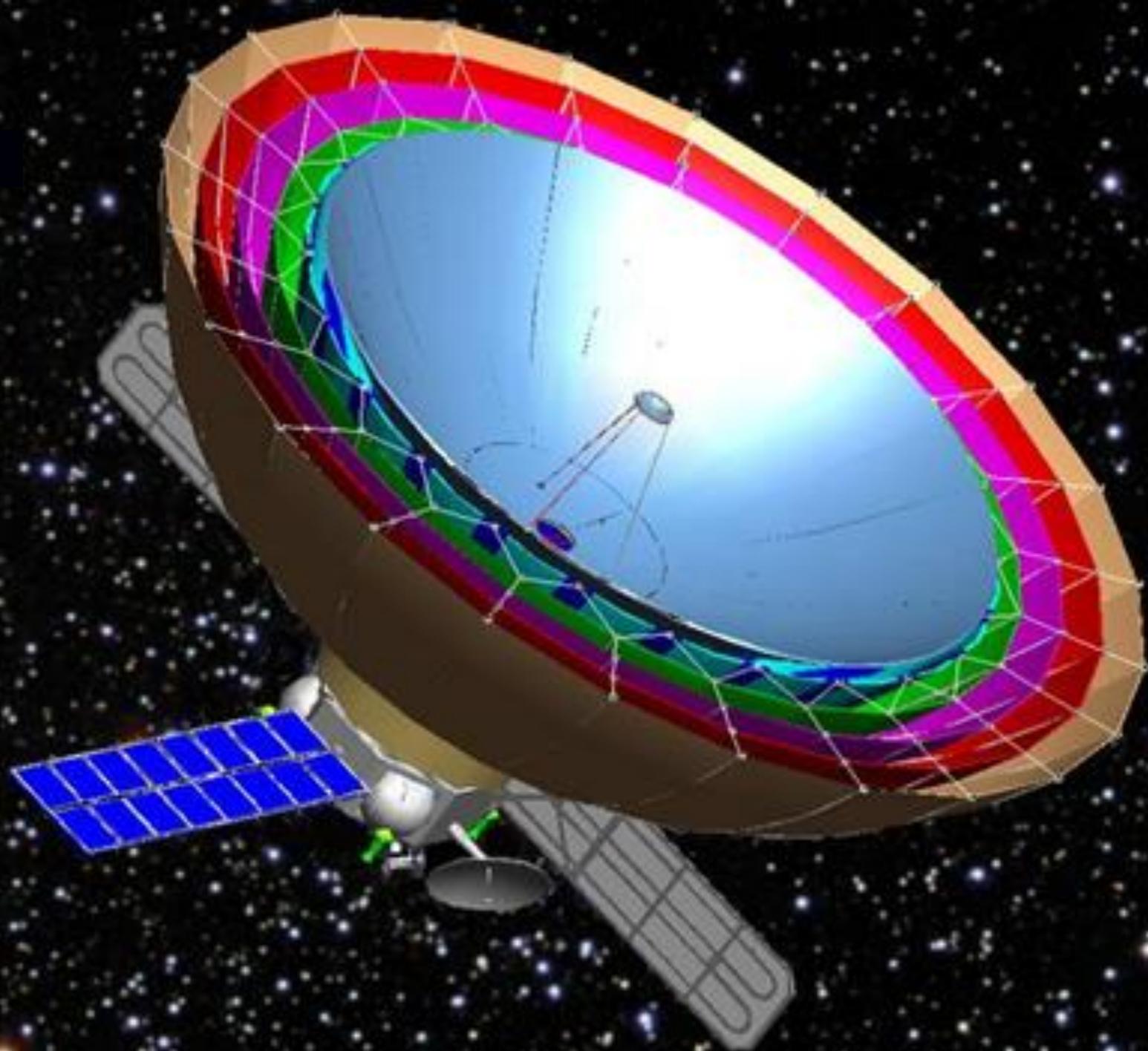
МИЛЛИМЕТРОН

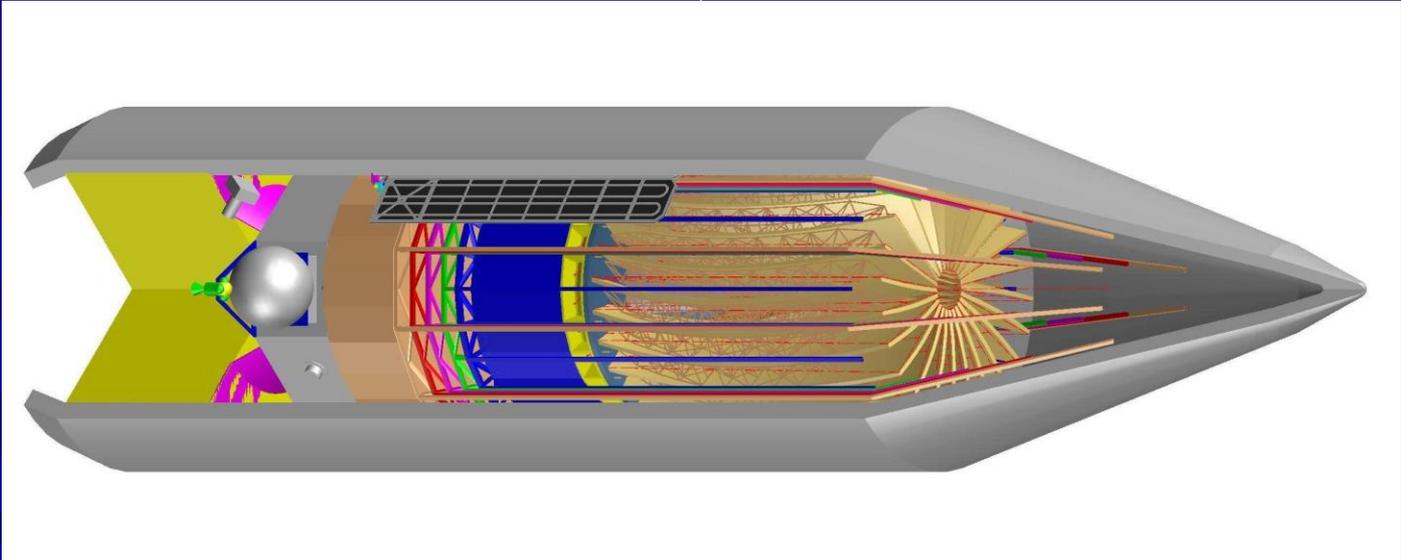
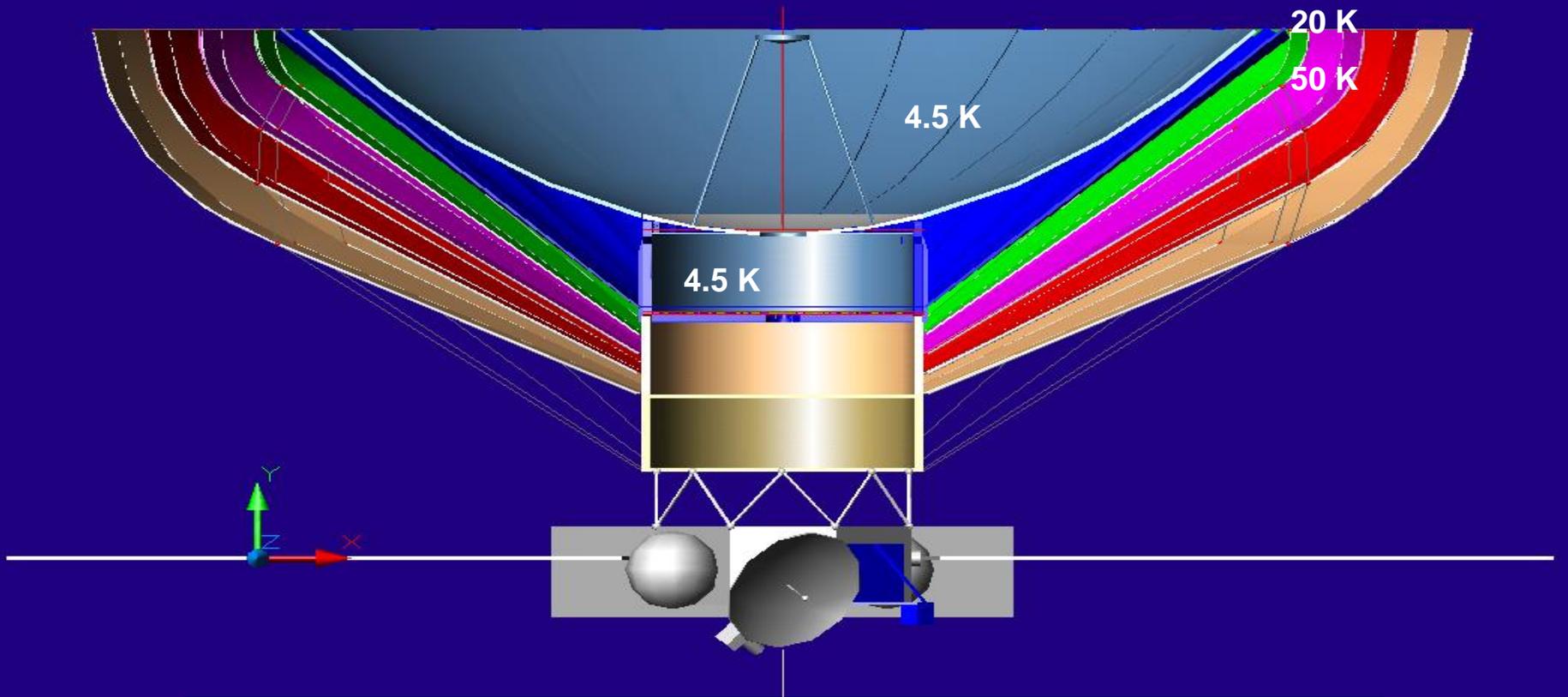
Криогенный телескоп - интерферометр.

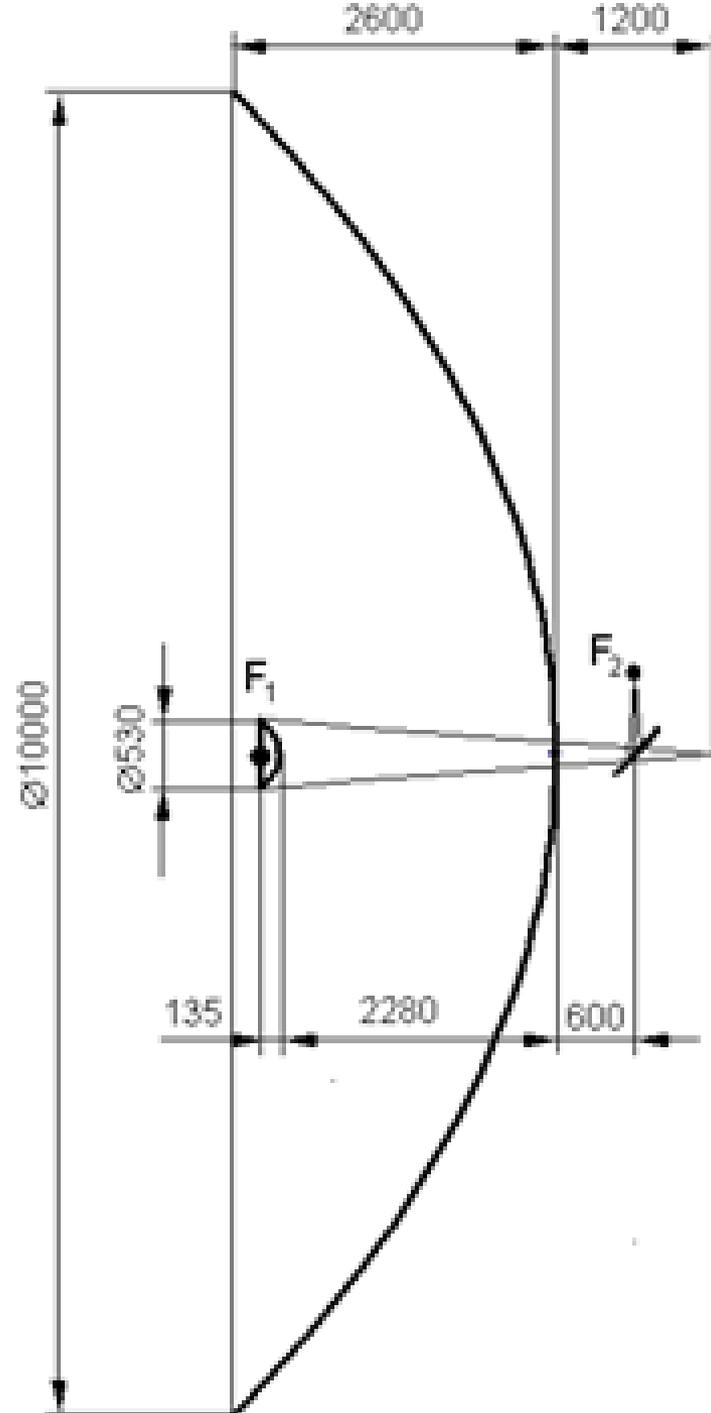
Основные параметры и научная программа.

2014

2020







Главное зеркало:

диаметр 10 м,

фокусное расстояние 2,4 м,

точность поверхности 10мкм (СКВ),

точность ориентации 0,2" (СКВ),

температура охлаждения 4,5 К.

Вторичное зеркало – гиперболическое:

диаметр 530 мм,

стрелка прогиба 135 мм,

мнимый фокус совпадает с фокусом

главного зеркала.

Расстояние от вершины главного зеркала до вторичного фокуса 1,2 м.

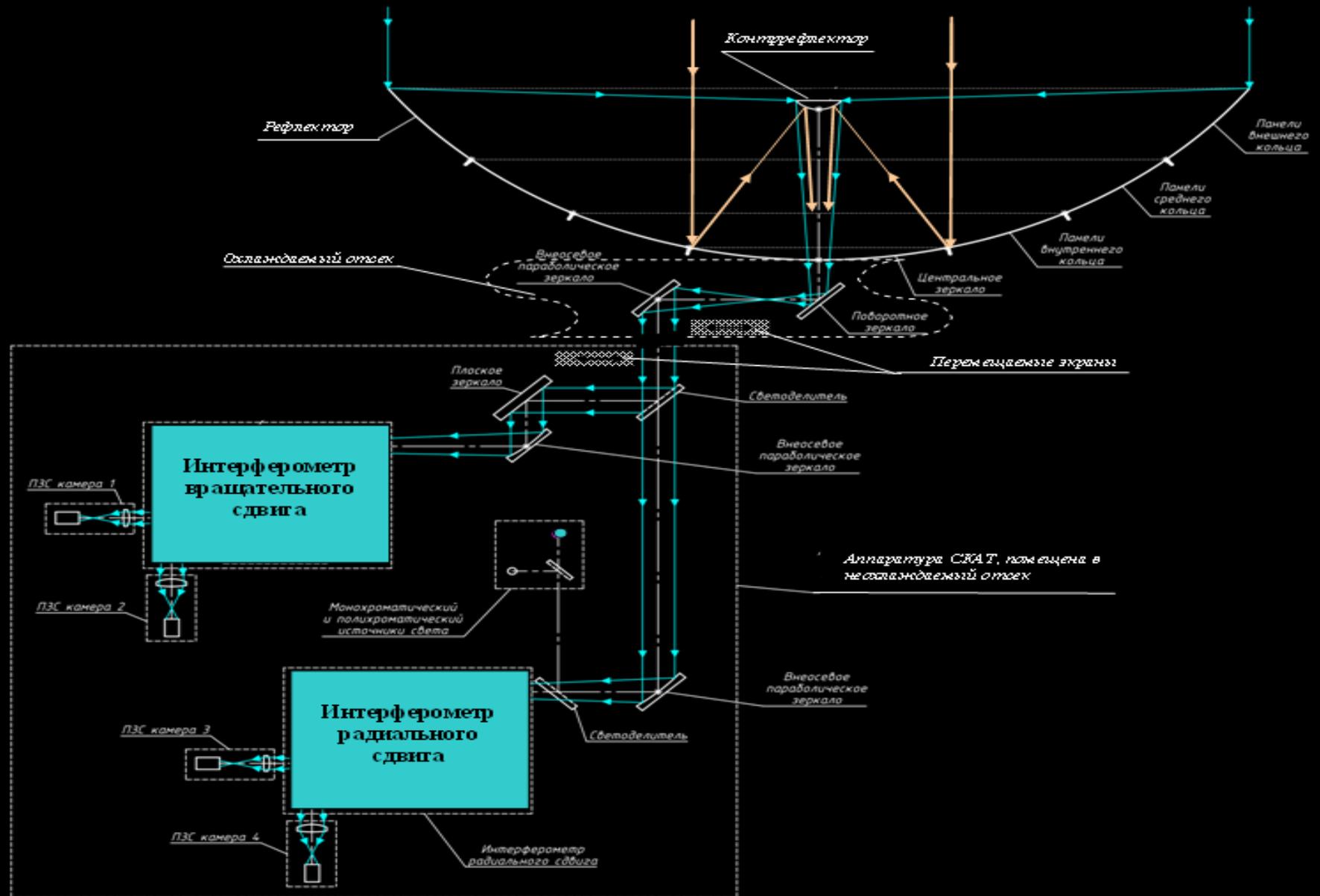
Расстояние между вершинами главного и гиперболического зеркала: 2,28 м.

Эквивалентное фокусное расстояние системы 70 м.

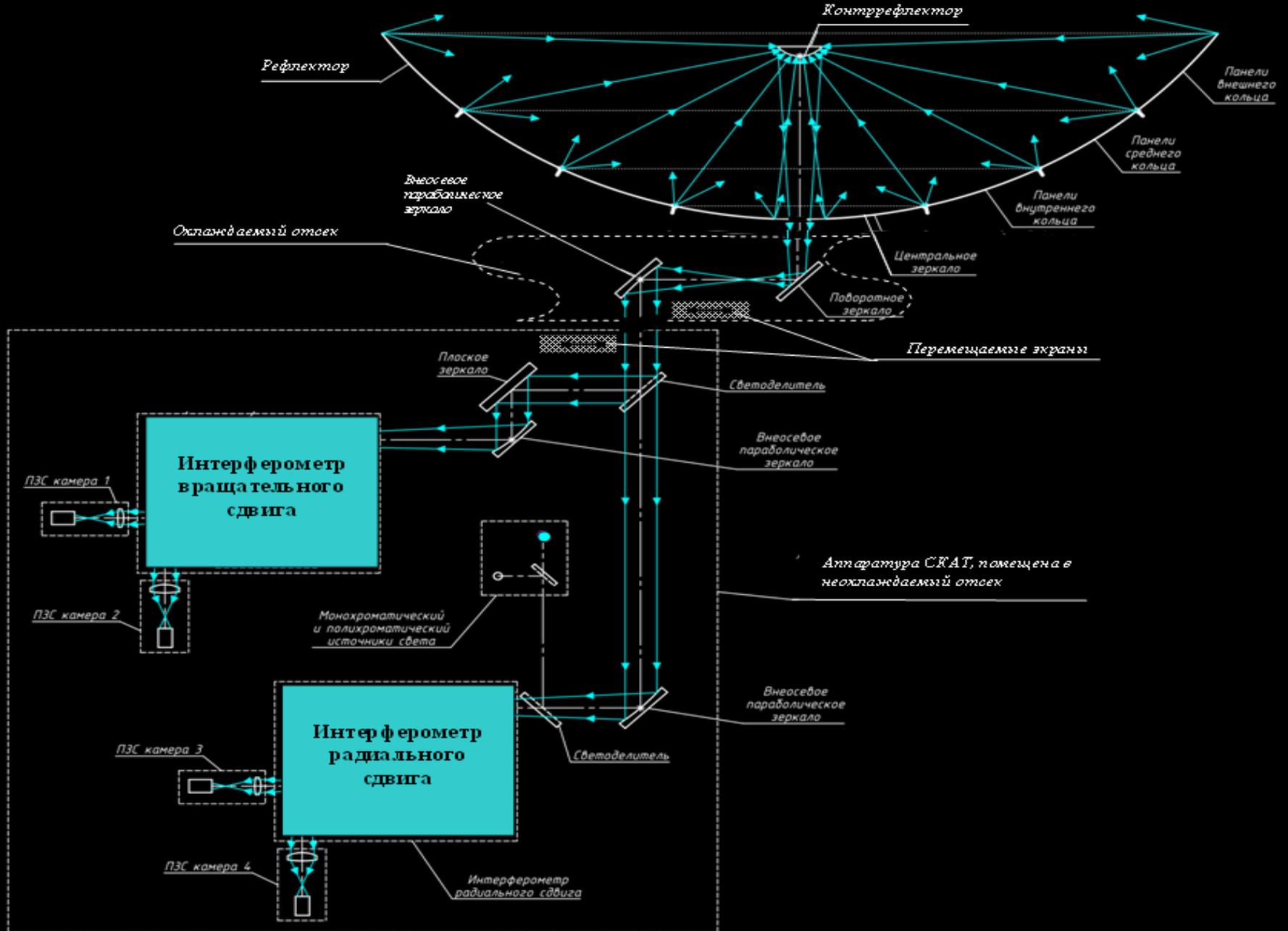
Радиус кривизны поверхности изображений с дифракционным качеством 134 м.

Диаметр поля зрения ($\lambda = 0,3$ мм) 400".

Принципиальная оптическая схема системы контроля адаптивного телескопа Юстировка по звезде

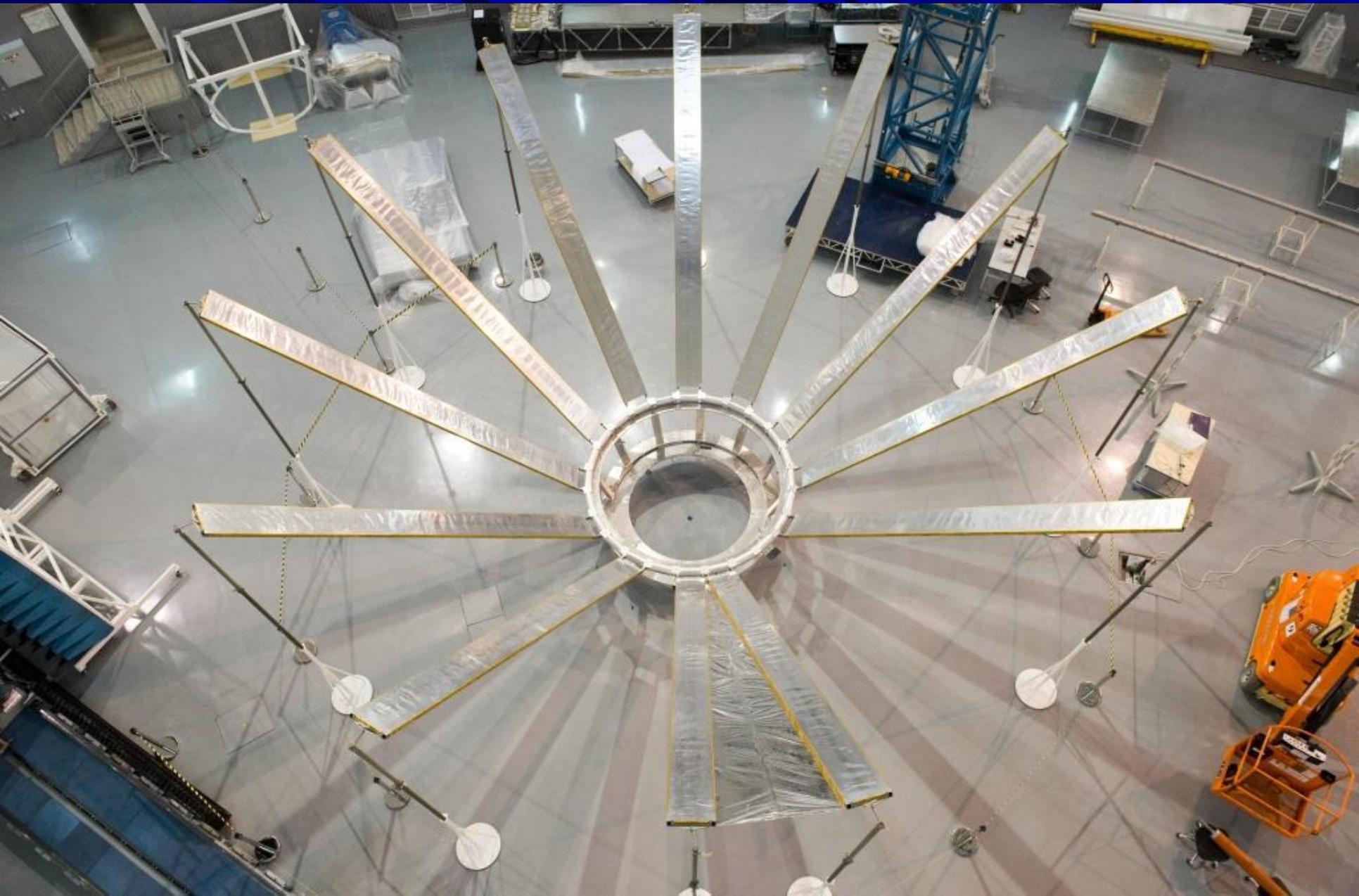


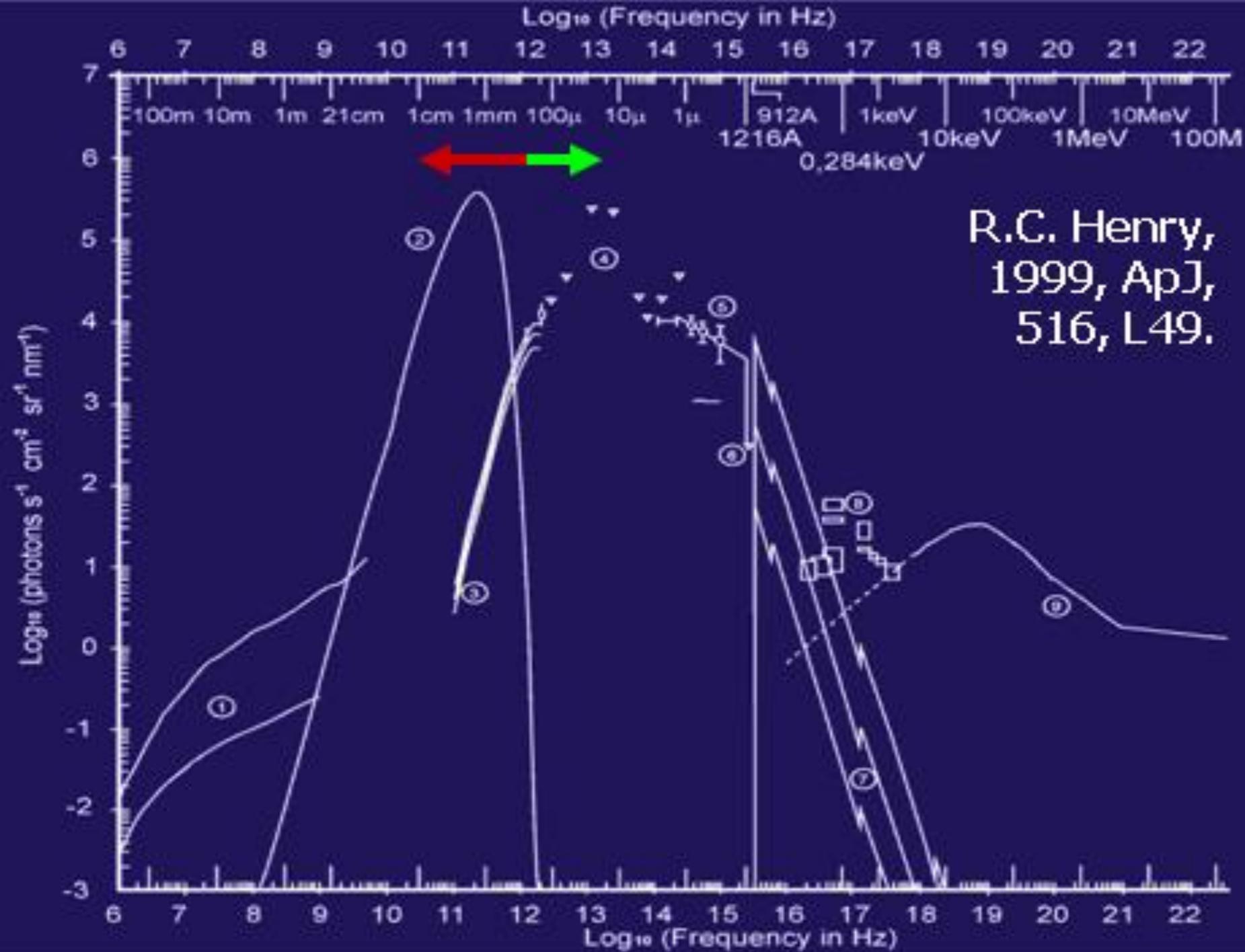
Принципиальная оптическая схема системы контроля адаптивного телескопа Юстировка с использованием бортового источника света





Криоэкран





Требования к приборам для режима одиночного телескопа

Телескоп:

Диаметр главного зеркала 10 м, СКВ точность его поверхности 10 μ , диффракционный лепесток 5" и поле зрения 100" для волны 0.2 мм (400" для 0.3 мм, 900" для 0.4 мм, 1250" для 0.5 мм, 1450" для 0.6 мм). В диапазоне 20-200 μ 50% мощности от исследуемого источника собирается в области 5" диаметром.

Болометрические решетки:

диапазон 0.08-1.4 мм

Спектрополяриметр низкого разрешения:

диапазон 0.02-0.8 мм

спектральное разрешение $R = 3$

Спектрометры среднего разрешения:

диапазон 0.03-0.1 мм, and 0.1-0.8 мм

спектральное разрешение $R = 1000$

Спектрометр высокого разрешения:

диапазон 0.05 – 0.3 мм

спектральное разрешение $R = 10^6$

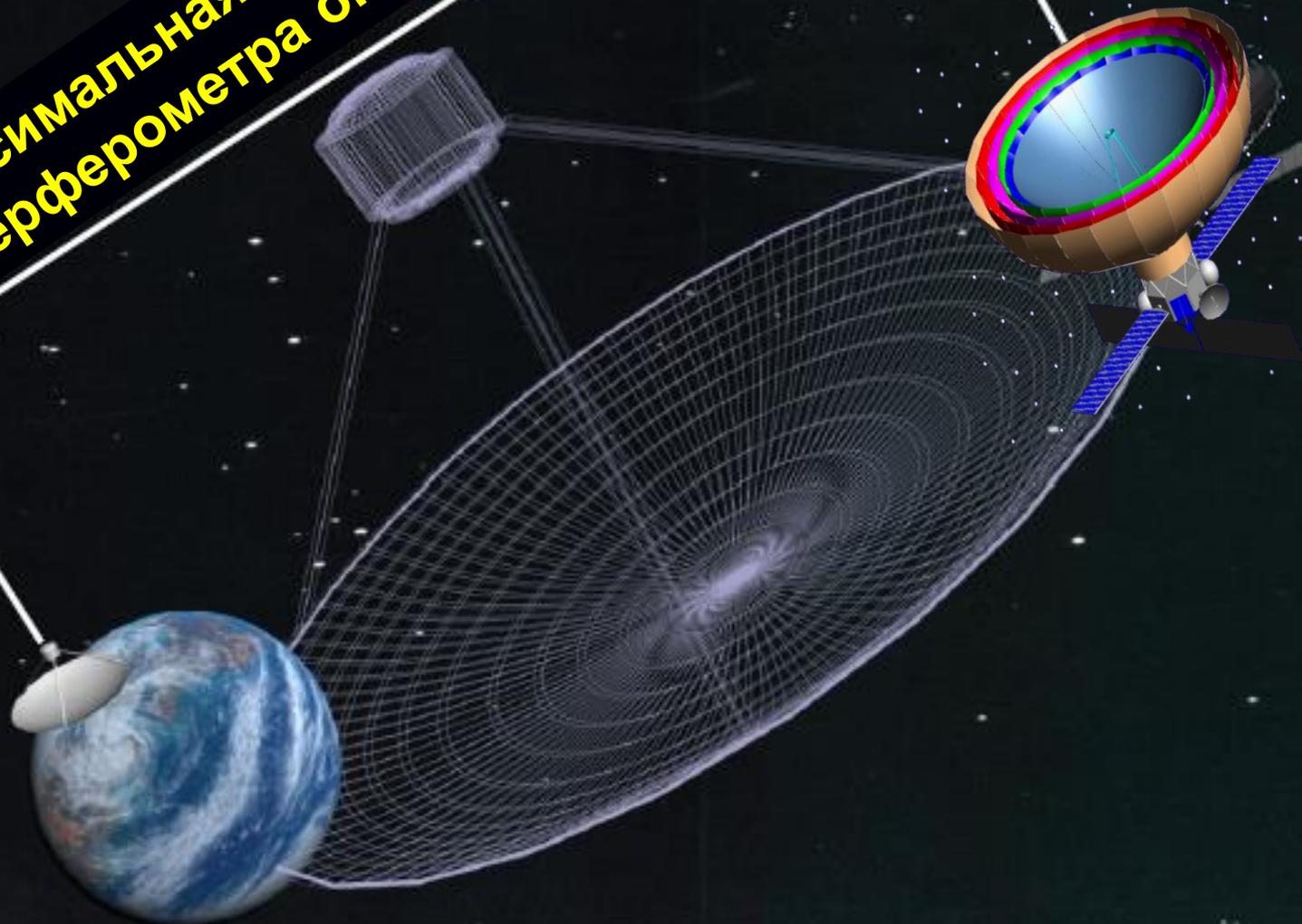
Болометрическая чувствительность (для минимального фона):

(для 1 ТГц, $NEP = 10^{-19}$ Вт(с)^{0.5},

$A = 50$ м², $R=3$ и 1 час накопления) 25·10⁻⁹ Ян (1 σ)

**Миллиметр. Период
обращения около Земли и
Солнца 1 год. Среднее
расстояние от Земли
1,5 млн км.**

**Максимальная база космического
интерферометра около 1 500 000 км**

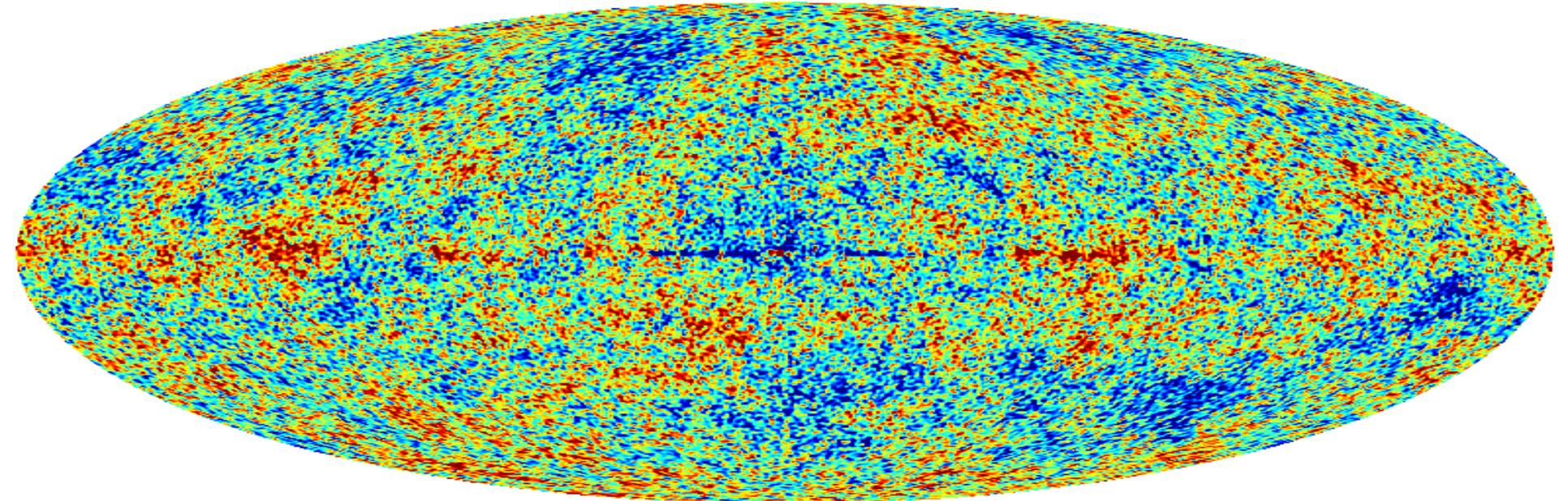
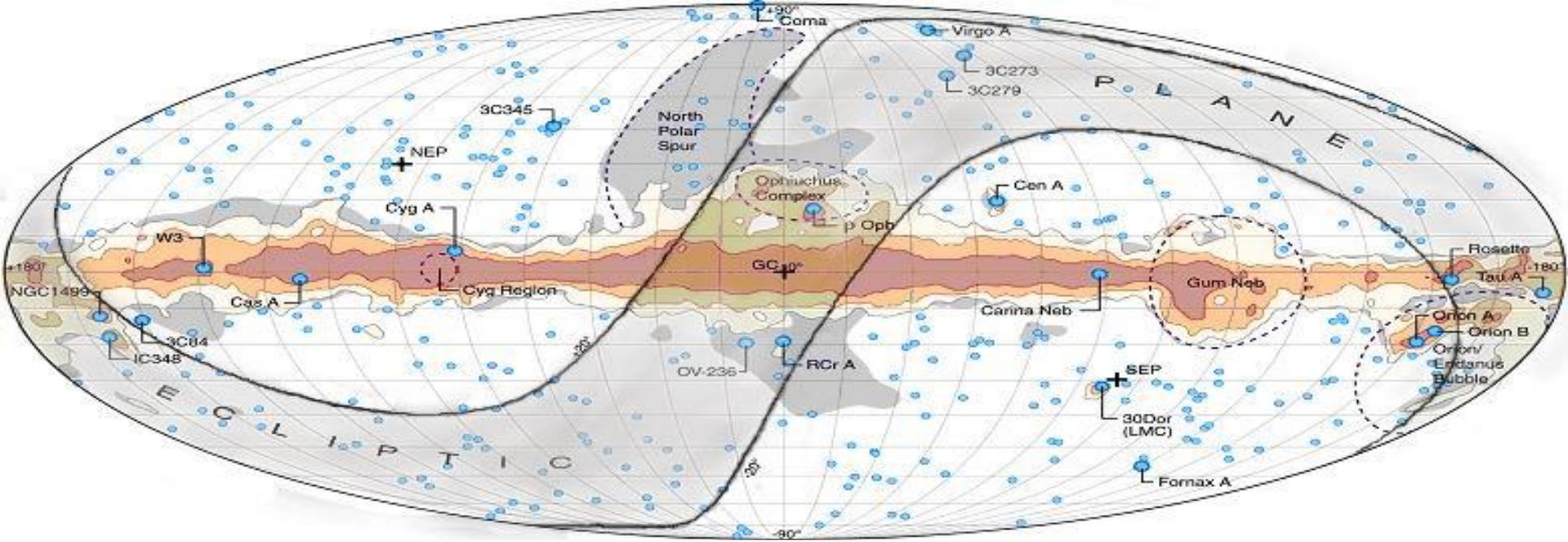


Орбита обсерватории Миллиметр



T (дни)	B(т. км)	$\lambda=2$ см	1 мм	300 мкм
365(L₂)	1.5 000	$\lambda/a = 2.8$ мксек	0.14 мксек	41 нсек

Период колебаний по нормали к плоскости эклиптики около половины года. Эклиптическая широта обсерватории изменяется между +/- 23 гр.



-0.20

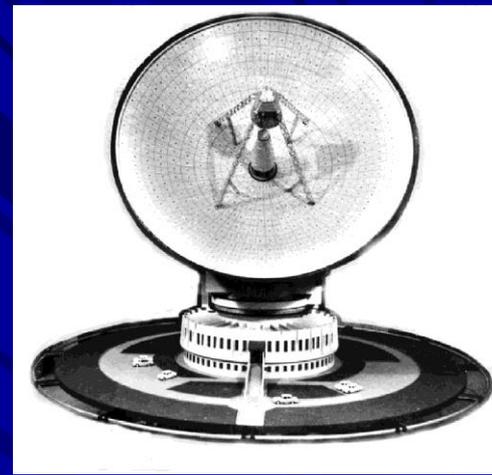
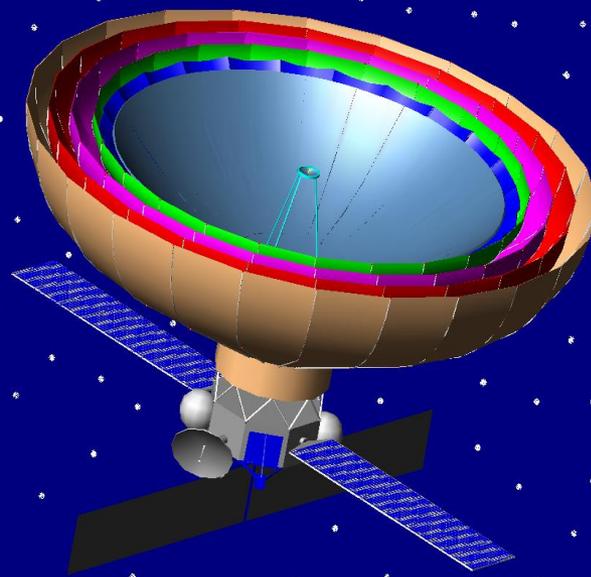


+0.20

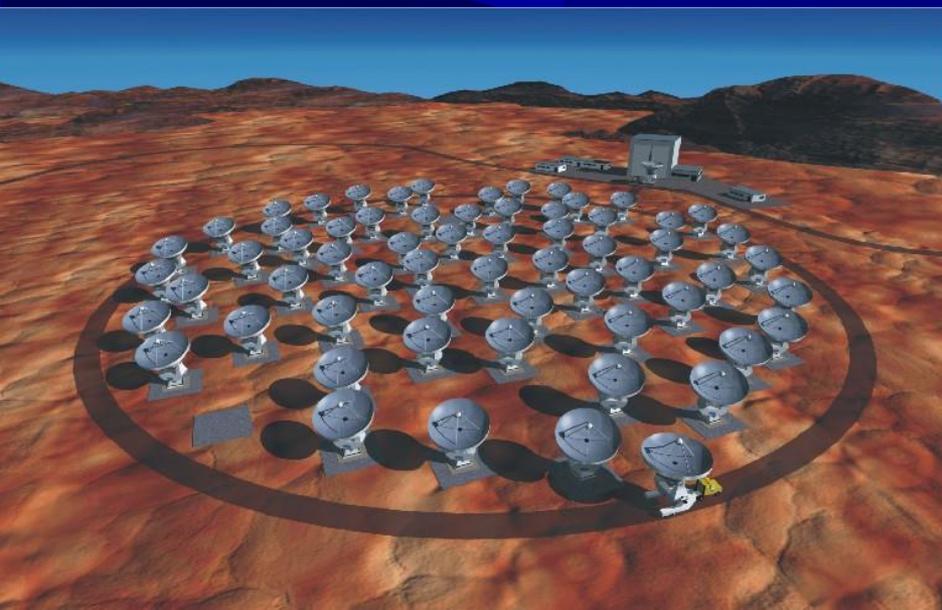
Миллиметронтр – интерферометр Земля-Космос.



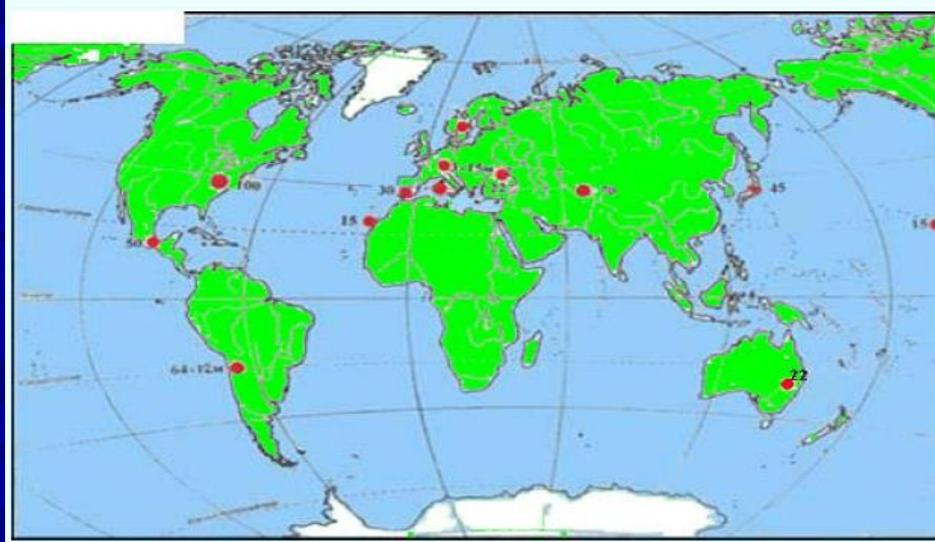
Плато Суффа,
Узбекистан



ALMA,
Чили



Наземные радиотелескопы





Строительство радиотелескопа мм волн. Диаметр зеркала 70 м.
Плато Суффа в Узбекистане.

Режим интерферометра Земля-Космос

Диапазоны:

18-26, 31-45, 84-116, 211-275, 602-720 и 787-950 ГГц.

СКВ чувствительность интерферометра:

4 мЯн (для 950 ГГц, ММ $T_N = 200$ К) и

0.5 мЯн (для 275 ГГц, ММ $T_N = 50$ К).

Полоса 1 ГГц, 300 с накопление и

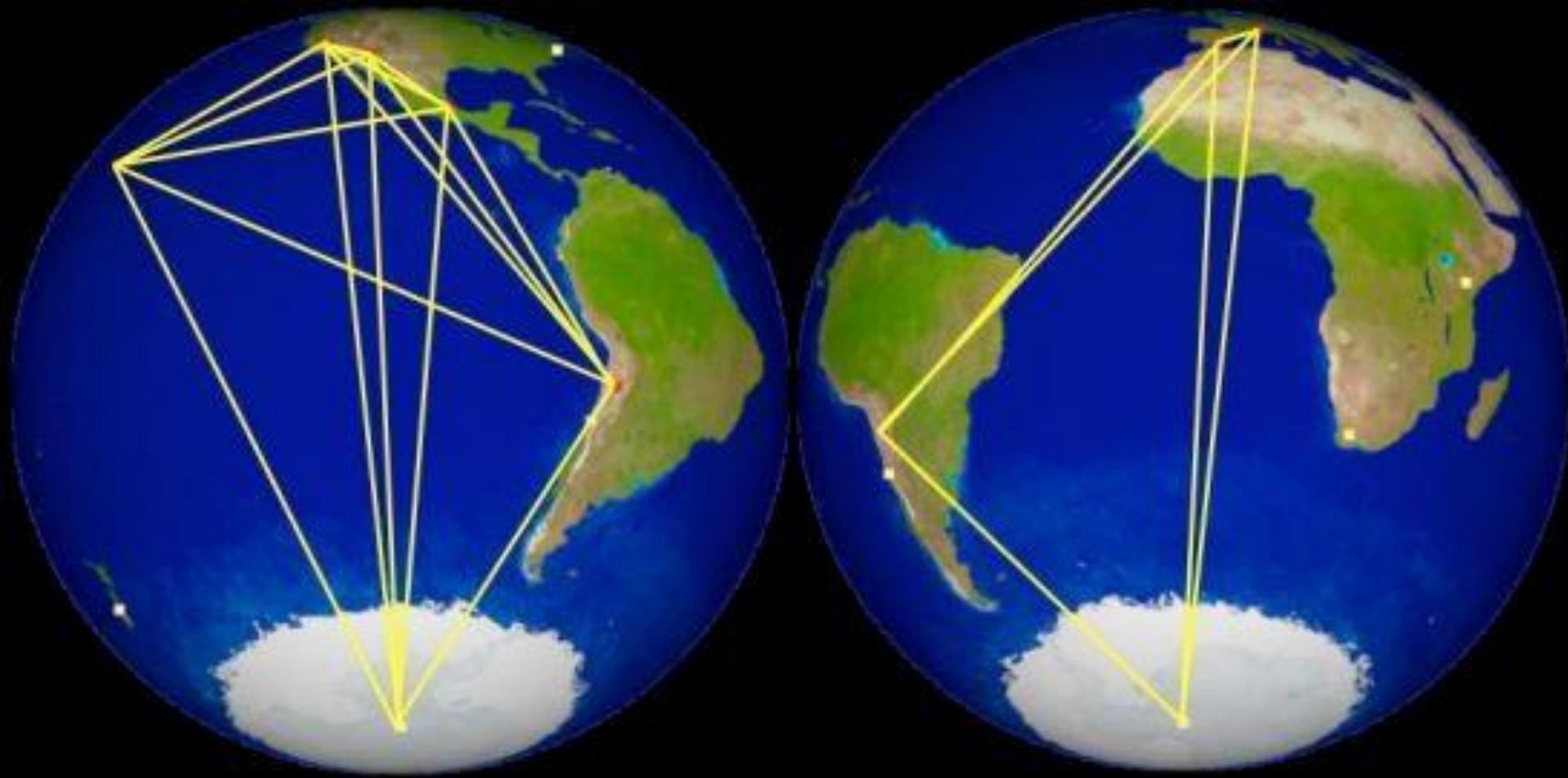
Наземный сегмент - ALMA).

Яркостная температура:

Для максимальной проекции базы $B_\gamma = 7.8 \cdot 10^4 - 2.5 \cdot 10^6$ км,

при $B_\gamma = [-2kT_{\max} \cdot \ln \gamma / (\pi F_\nu)]^{0.5}$, 20 СКВ чувствительности,

$F_\nu = (10-100)$ мЯн, видности $\gamma = 0.5$ и $T_{\max} = 10^{12-14}$ К.



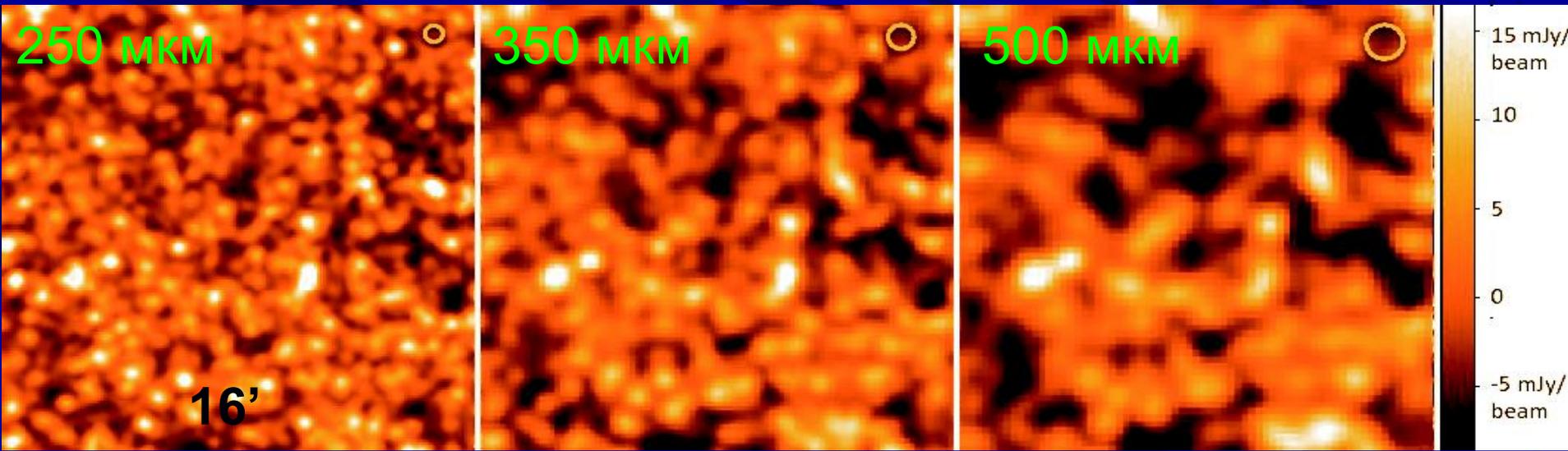
**ЕНТ – наземный интерферометр
миллиметровых и
субмиллиметровых волн.**

**1. Первые объекты во
Вселенной, первые звёзды и
галактики, первичные чёрные
дыры, кротовые норы и
многоэлементная Вселенная.**

Холодная Вселенная (O-режим)

Наблюдения областей с низким излучением от Галактики: ММ разрешит каждое пятно и измерит z .

Гершель SPIRE
250, 350 & 500 μm
(Nguyen+ 2010)

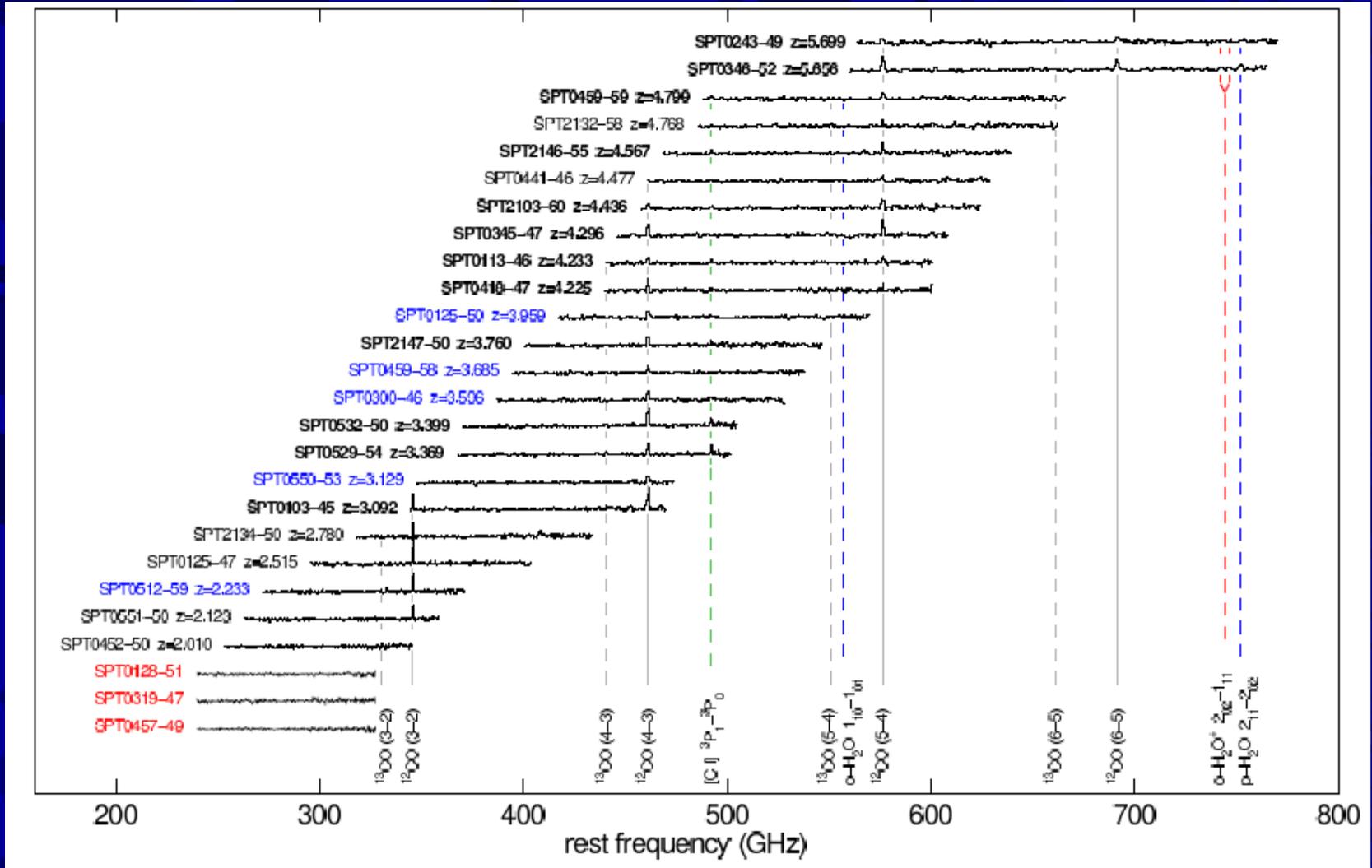


Галактики до $z \sim 7$:

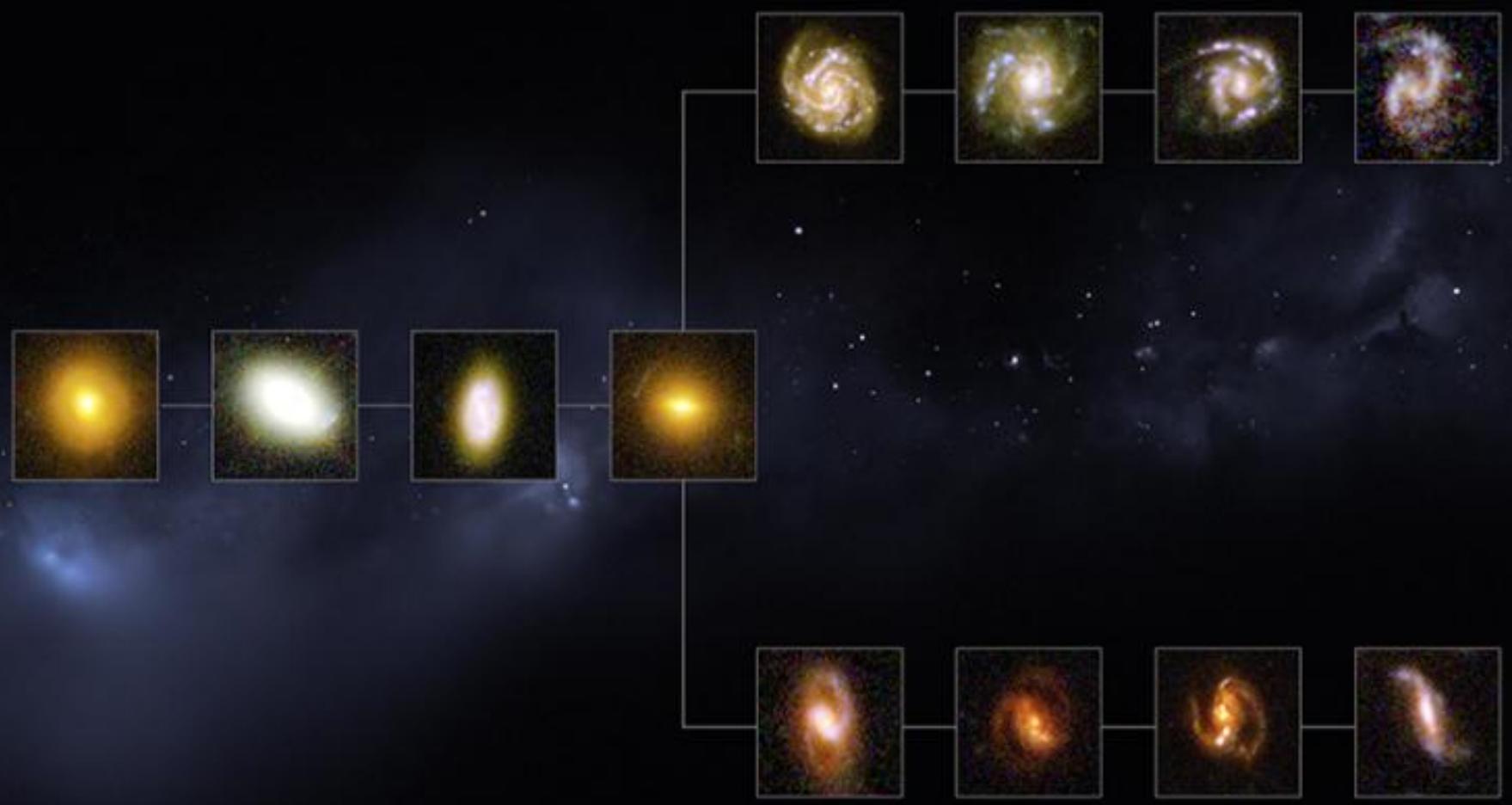
- Спектральные обзоры (z по линиям CO, C II)
- ~ 100 галактик в $6' \times 6'$ FoV

**2. Формирование и эволюция
галактик, звёзд и планет.
Физика и структура слияния
объектов.**

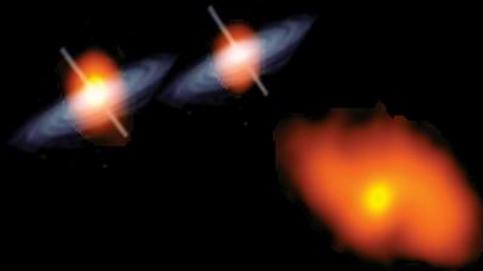
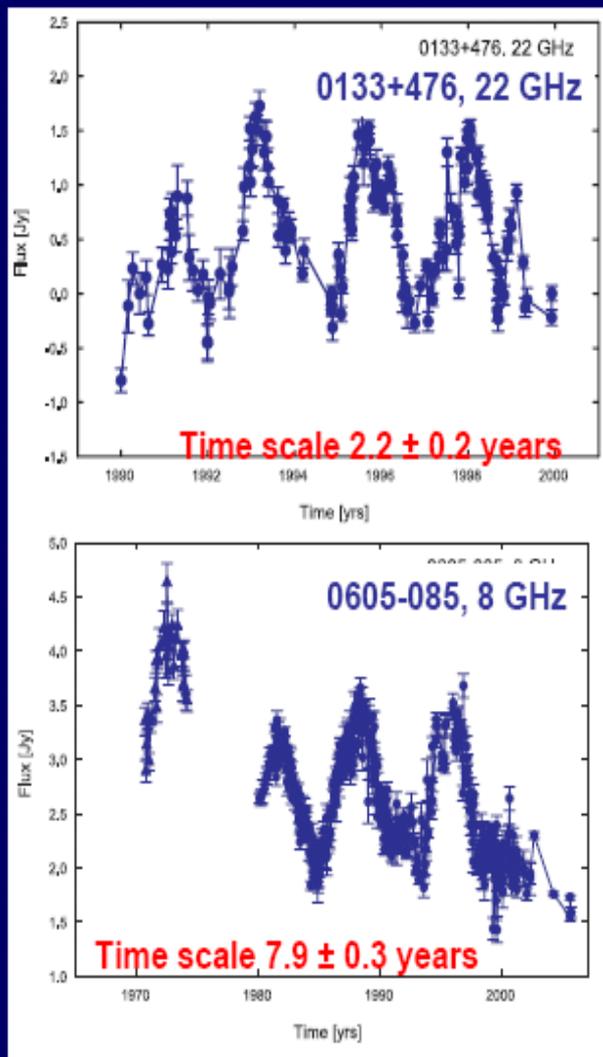
Красные смещения без оптики (O-режим)



11 billion years



Периодически меняющиеся объекты – двойные СМЧД (Т. Krichbaum, 2008).

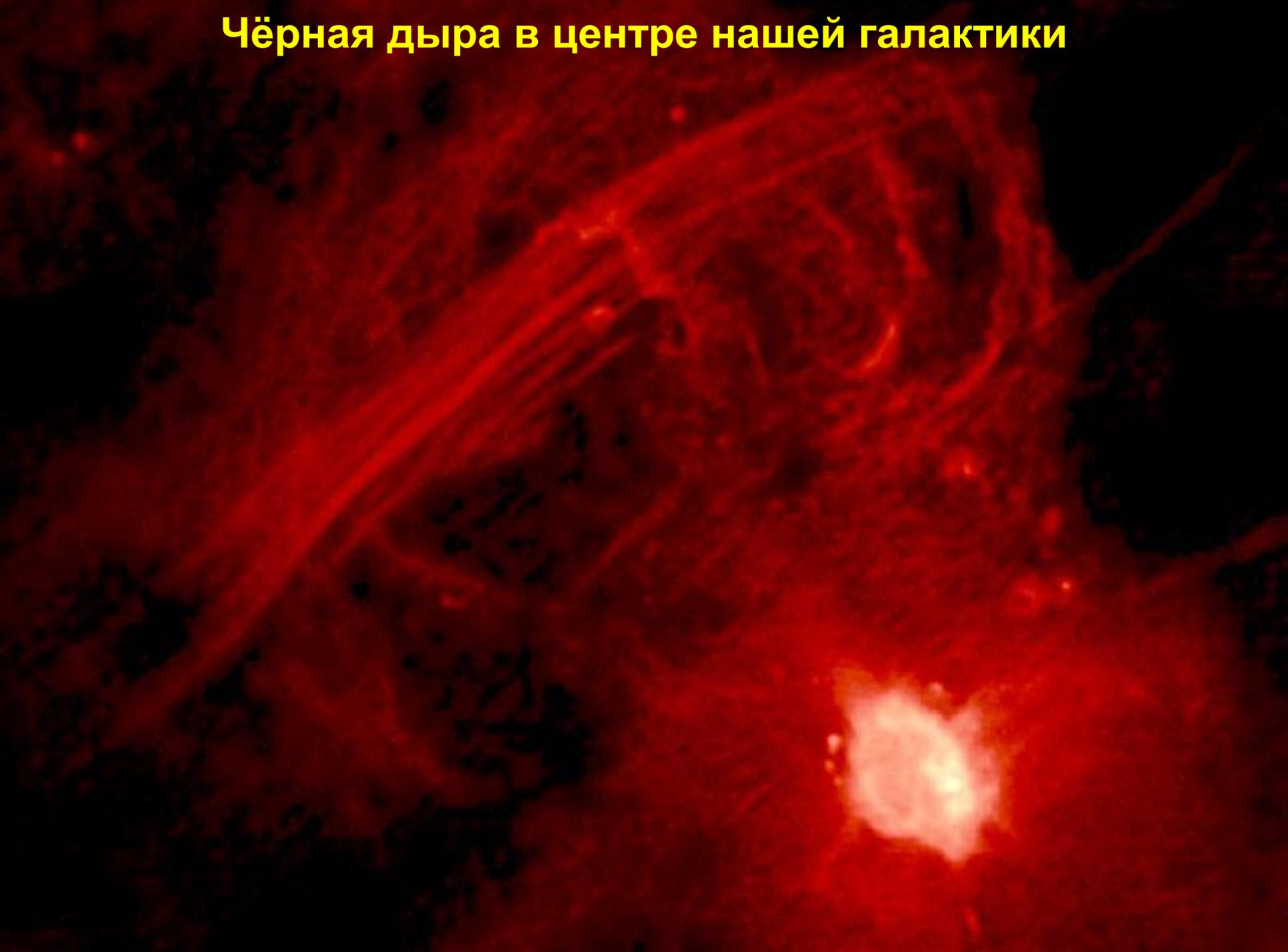


Радиогалактика
0402+379,
 $z = 0.055$,
расстояние
между СМЧД
7 мсек = 7,3 пс,
 $M \geq 7 \times 10^8 M_{\odot}$,
VLBA, 15 ГГц,
C. Rodriguez et al;
ApJ, 646, 49, 2006;
ApJ, 697,
37, 2009.

**3. Структура и физика района
горизонта чёрных дыр,
ускорители космических
лучей.**

**Образование и эволюция
сверхмассивных чёрных
дыр, скрытая материя и
тёмная энергия.**

Чёрная дыра в центре нашей галактики

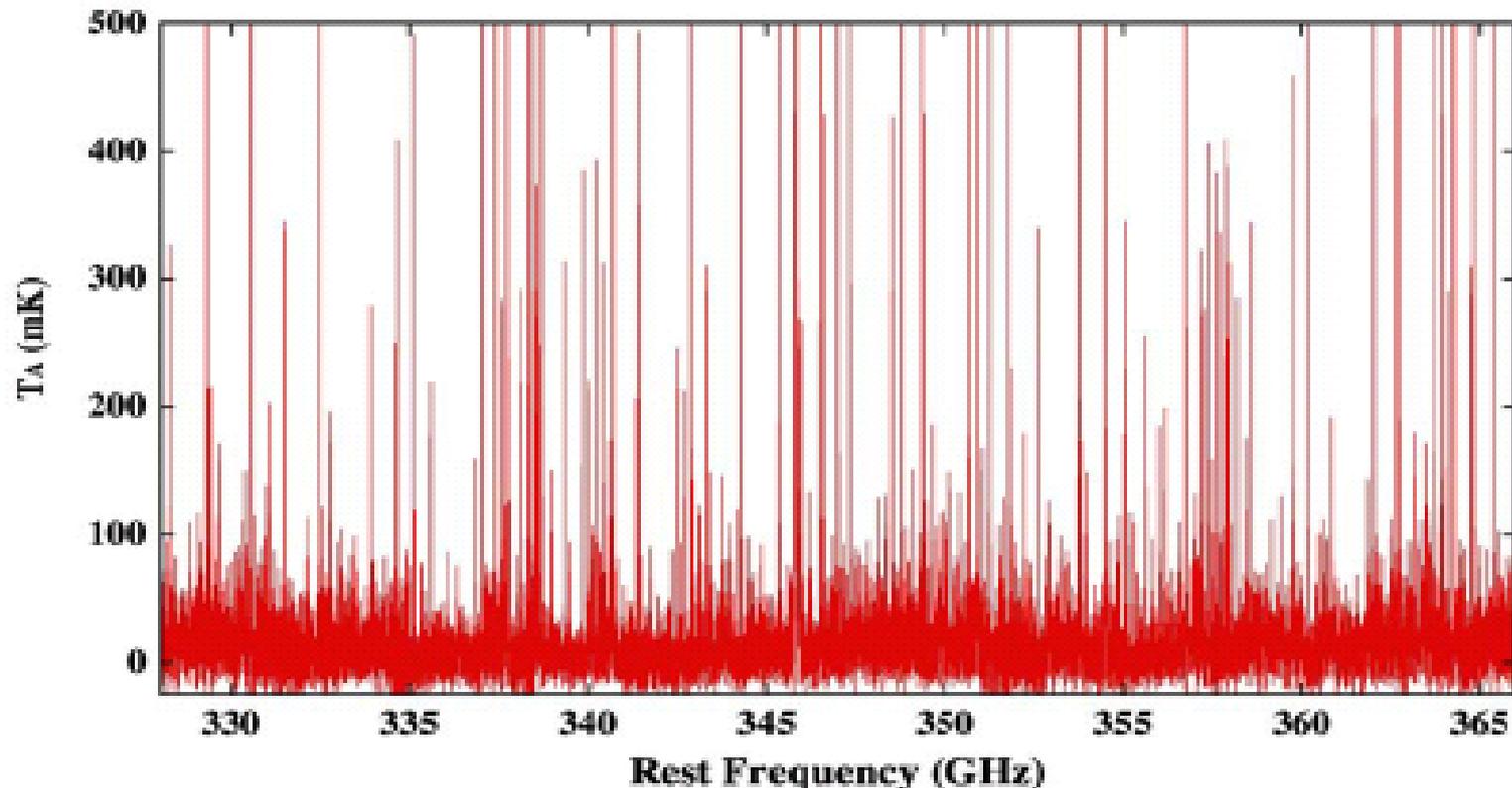


<u>Source</u>	<u>2Rg</u> (μ as)	<u>Silhouett</u> <u>, a=0,</u> (μ as)	<u>Silhouette &</u> <u>shift, a=1,</u> (μ as)	<u>z</u>	<u>Ang.</u> <u>size dist,</u> (Mpc).	<u>Mbh,</u> (B. Sol. mass).	<u>Observed</u> <u>parameters</u>
Sgr A*	20.8	53.9	4 6 . 8 / 1 1 . 6	-	0.0082	0.0043	37x88 μ as ?
M87	14.6	37.9	32.8/8.2	0.0044	17.9	6.6	35 μ as ?
NGC4889	9.2	23.9	20.1/5.2	0.0217	90.3	21	ApJ, 756, 179, 2012
M60	9.1	23.7	20.5/5.1	0.0037	19.5	4.5	ApJ, 711, 484, 2010
M31	7.2	18.6	16.1/4.0	- 0.001	0.772	0.14	ApJ, 631, 280, 2005
NGC1277	6.0	15.6	13.5/3.4	0.017	65.9	10	arXiv:1405.6425
NGC3842	4.3	11.3	9.7/2.4	0.021	88.6	9.7	N, 480, 215, 2011
IC1459	4.1	10.6	9.2/2.3	0.0060	27.0	2.8	6 cm 80 mJy
M104	2.5	6.5	5.9/1.4	0.0034	15.7	1.0	6 cm 70 mJy
M84	2.5	6.5	5.6/1.4	0.0035	17.4	1.1	6 cm 120 mJy
M89	1.8	4.0	3.4/0.86	0.0011	15.6	0.6	6 cm 100 mJy
NGC3998	1.6	3.4	3.0/0.75	0.0035	17.9	0.6	6 cm 80 mJy
0014+813	1.1	2.8	2.4/0.60	3.366	1516	41?	MN, 399, 24, 2009
4C+04.11	0.61	1.58	1.37/0.34	4.514	1300	20	MN, 439, 2314, 2014
Cen A	0.59	1.6	1.4/0.33	0.0018	3.7	0.055	170 mJy VSOP
3C273	0.48	1.3	1.1/0.27	0.158	546	6.6	WH?, <24 μ as , RA
1017+6116	0.37	0.96	0.83/0.21	2.805	1601	15	6 cm 300 mJy
0716+714	0.045	0.12	0.10/0.025	0.300	888	1?	Tb 10 ¹⁹ K

4. Физика и эволюция газопылевых областей и твёрдых объектов в Солнечной системе, нашей и других галактиках, поиск проявления жизни и разума.

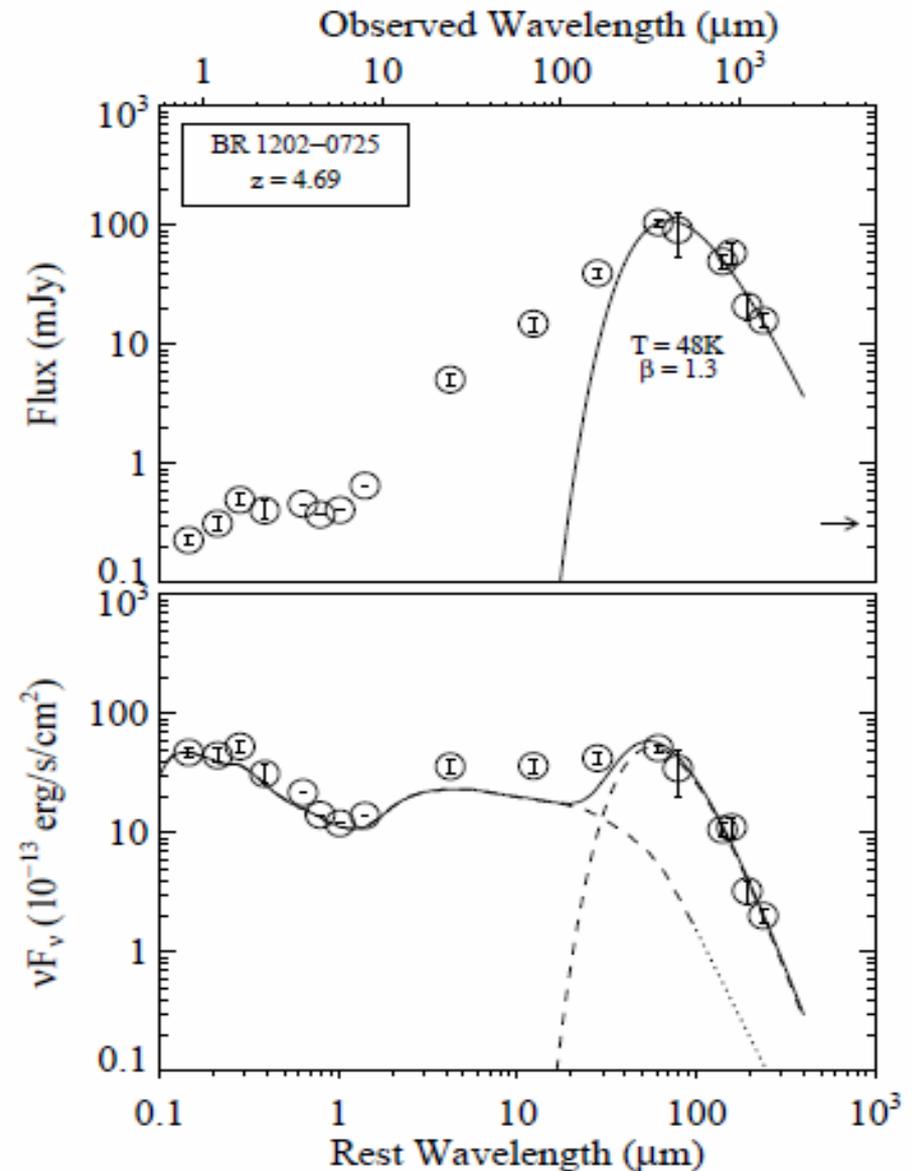
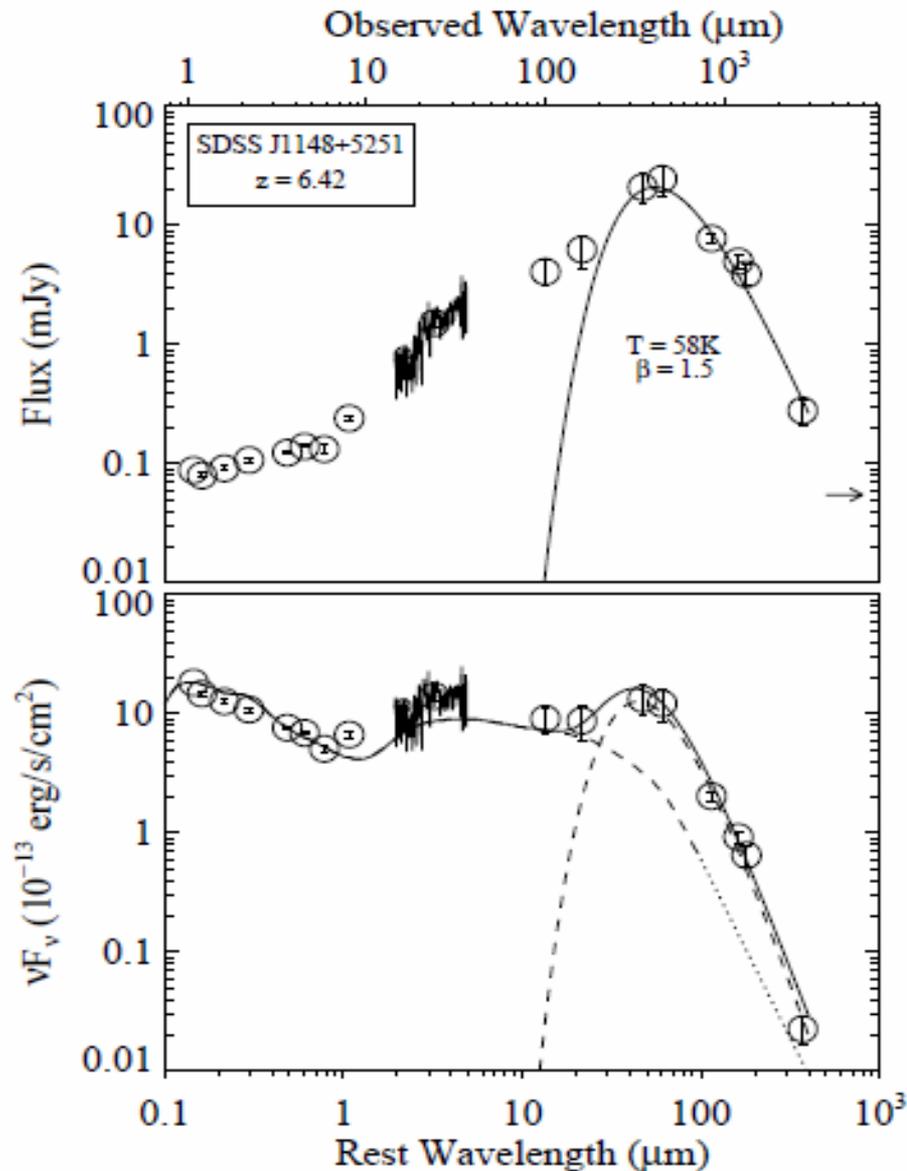
Органические молекулы в спектре протозвезды солнечной массы.

Spectral survey toward IRAS 16293-2422



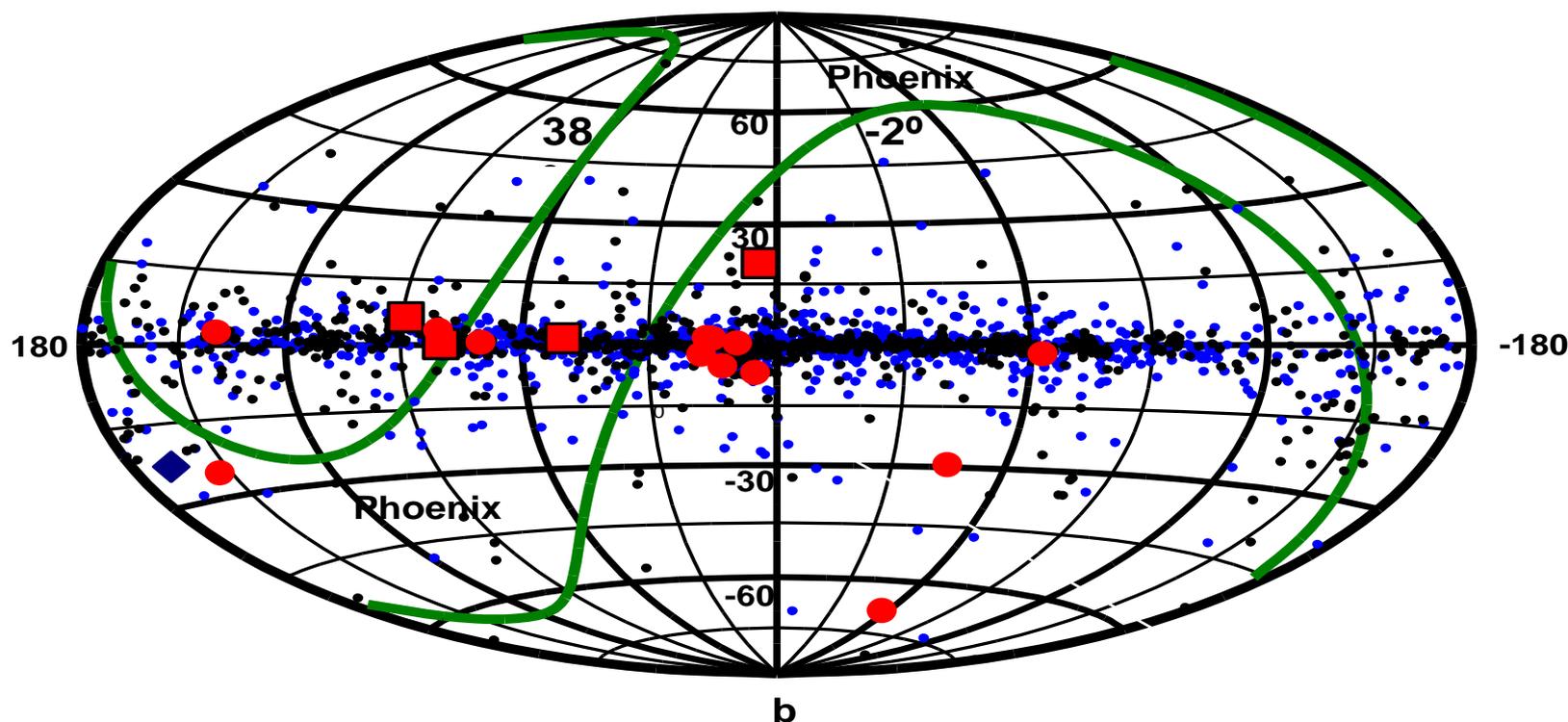
Caux, Ceccarelli et al., in prep.

Herschel/PACS far-infrared photometry of two $z > 4$ quasars; C. Leipski et al.; arXiv:1005.5016v1; A&A 518, L34 (2010).



В 2014 г известно 1112 планетных системы. Вне Солнечной системы были открыты 1741 планета и 4229 кандидатов по данным на июль 2014 г.

17 кандидатов (красные) в сферы Дайсона отобраны из 2240 IRAS источников. Красные квадраты – наилучшие.



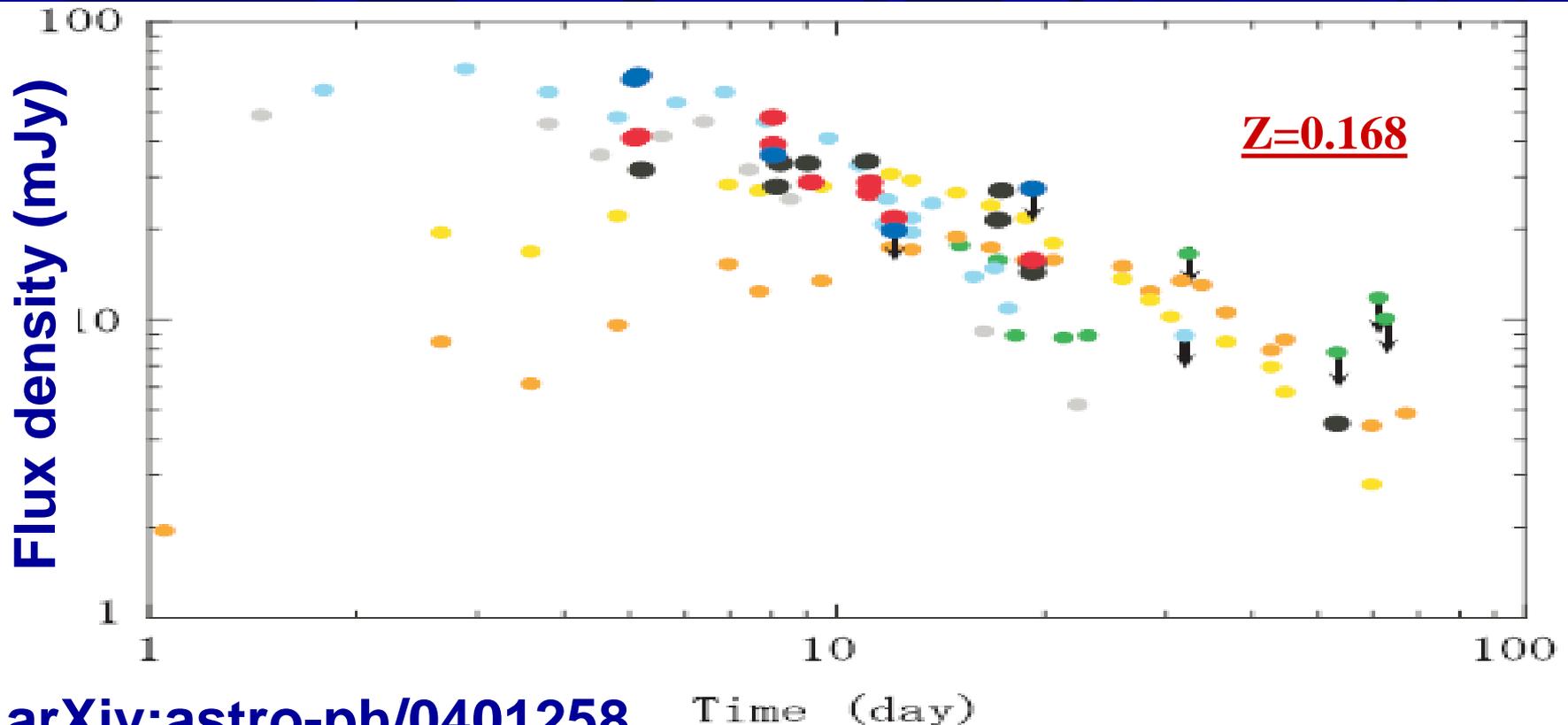
R. Carrigan, Jr., Fermilab, ApJ, 698, 2075;

5. Физика, структура и направленность самых сильных взрывов. Пульсары с плоскими спектрами.

GRB - гигантские КОСМИЧЕСКИЕ ВЗРЫВЫ.

Radio Observations of the Afterglow of GRB 030329

Nario KUNO^{1,2}, Naoko SATO^{1,3}, Hiroyuki NAKANISHI⁴, Aya YAMAUCHI^{1,5},
Naomasa NAKAI¹, Nobuyuki KAWAI^{6,7}



[arXiv:astro-ph/0401258](https://arxiv.org/abs/astro-ph/0401258)

Fig. 2. Light curves of the radio afterglow. Blue: 90 GHz by this work. Red: 43 GHz by this work. Black: 23.5 GHz by this work. Grey: 230 GHz by Sheth et al. (2003). Light blue: 100 GHz by Sheth et al. (2003). Green: 93 GHz by Kohno et al. (2003). Yellow: 15.0 GHz by Berger et al. (2003). Orange: 8.46 GHz by Berger et al. (2003). The upper limits are 3σ .

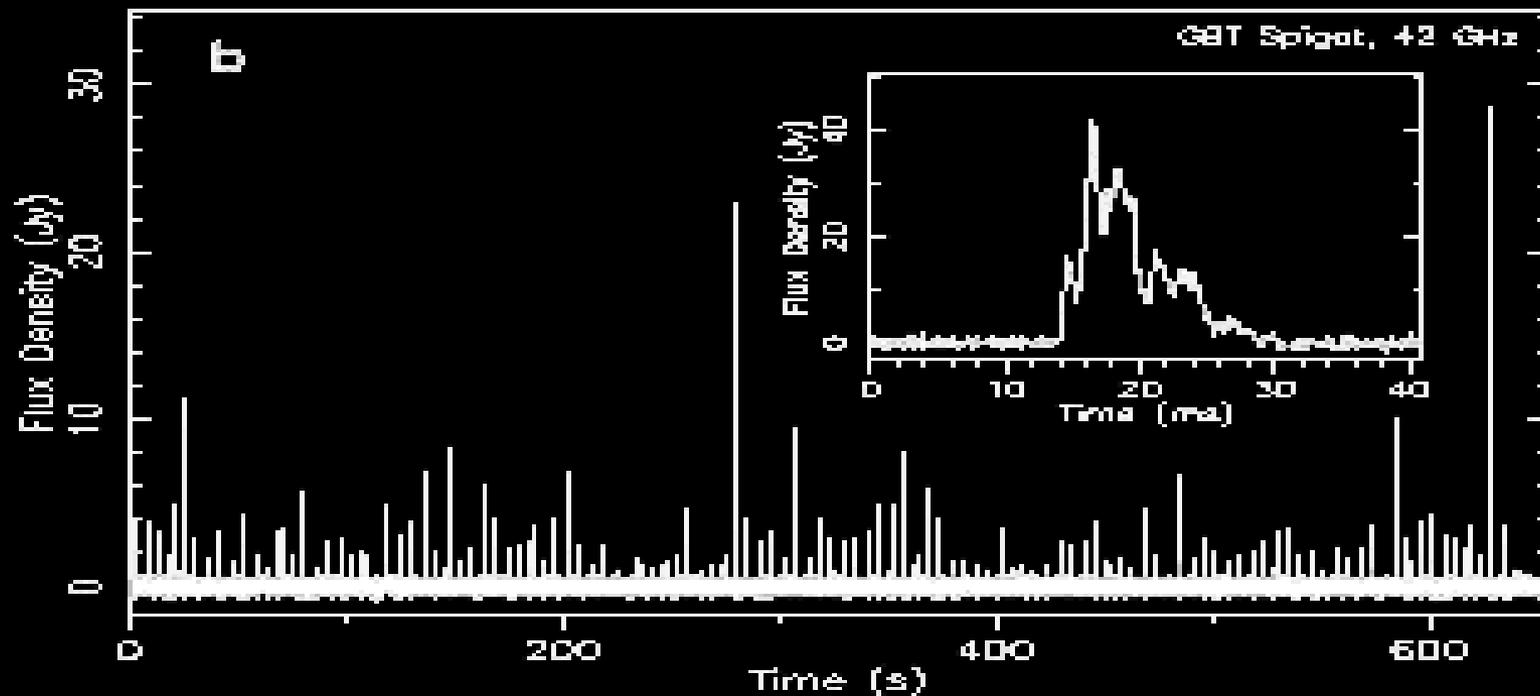
Магнетары.

XTE J1810-197, $P=5.54$ s, $H \approx 2 \times 10^{14}$ G, distance 3.3. .kpc.

NATURE, VOL 442, 892–895, 24 AUGUST 2000

Transient pulsed radio emission from a magnetar

Fernando Camilo¹, Scott M. Ransom², Jules P. Halpern¹, John Reynolds³, David J. Helfand¹, Neil Zimmerman¹ & John Sarkissian³

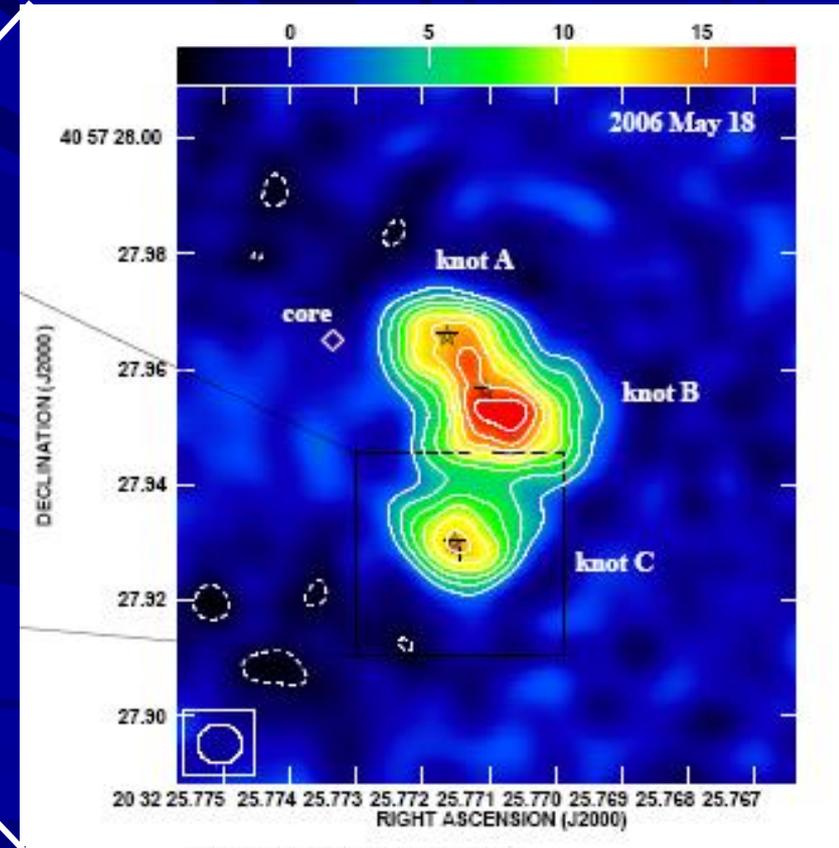
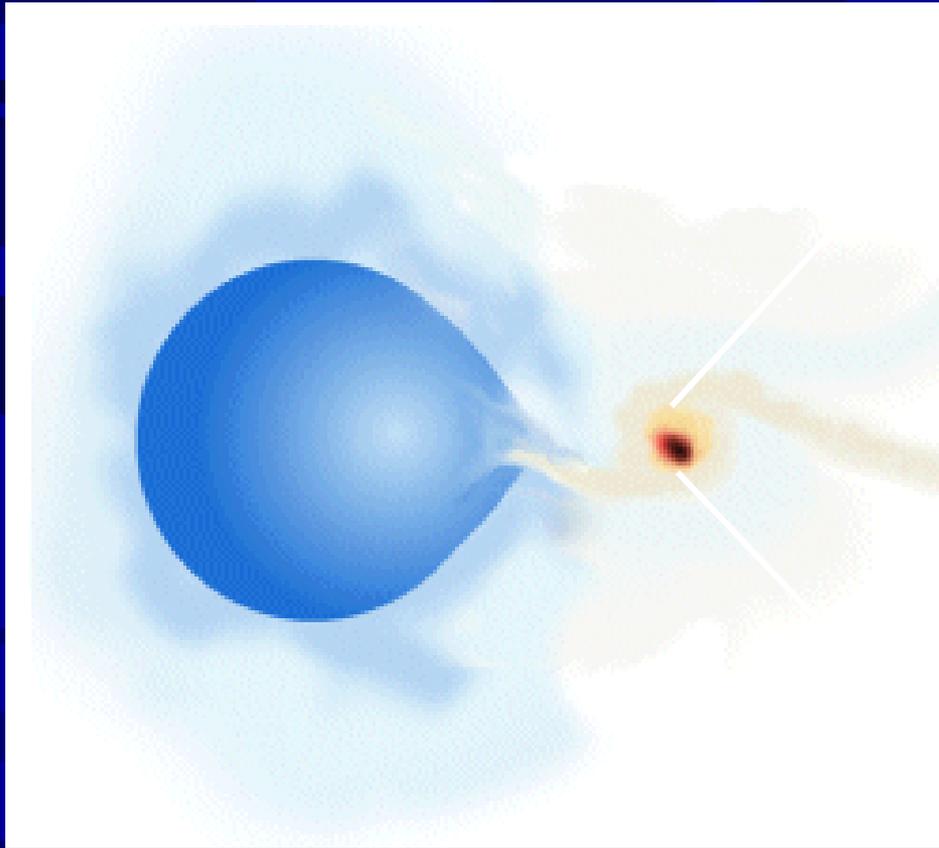


1E 15.47.0-5408: A Radio-emitting Magnetar with a Rotation Period of 2 Seconds; F. Camilo, S. Ransom, J. Halpern and J. Reynolds; AJ, 666, L93, September 2007. $P=2.069$ s, $H=2.2 \times 10^{14}$ G, distance 4 kpc.

Двойная система Cygnus X-3 с ЧД или НЗ, период 4,8 часа.

Tudose et al., Mon.Not.Roy.Astron.Soc.Lett. 375 (2007) L11-L15.

5 GHz, beam 7.6×6.9 (mas)².



ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОСМИЧЕСКИХ ИНТЕРФЕРОМЕТРОВ

Многоэлементный
интерферометр
Космос-Космос
($L_1 - L_5$ - точки
Лагранжа)

