

# Приемный комплекс обсерватории Миллиметрон

А. В. Смирнов, Th. De Graauw, А. М. Барышев, В. И. Васильков,  
Д. Е. Радченко, Н. С. Кардашев



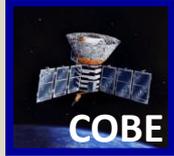


АКЦ ФИАН

# Космические инструменты для астрономических наблюдений в субММ и ИК диапазонах

Спутники нацеленные на исследования реликтового фона

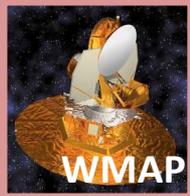
1989



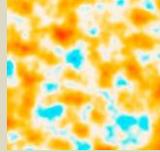
COBE



2001



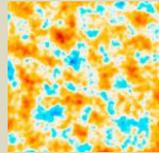
WMAP



2009



Planck



Sky Survey

Spectrum Survey

IRAS



1983

ISO 1995



Spitzer 2003



AKARI 2006



Herschel



2009

SOFIA



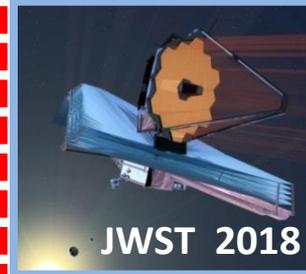
2011

WISE



2009

JWST 2018



Mmtron 2019



SPICA 2025



Odin 2001



SWAS 1998



2014

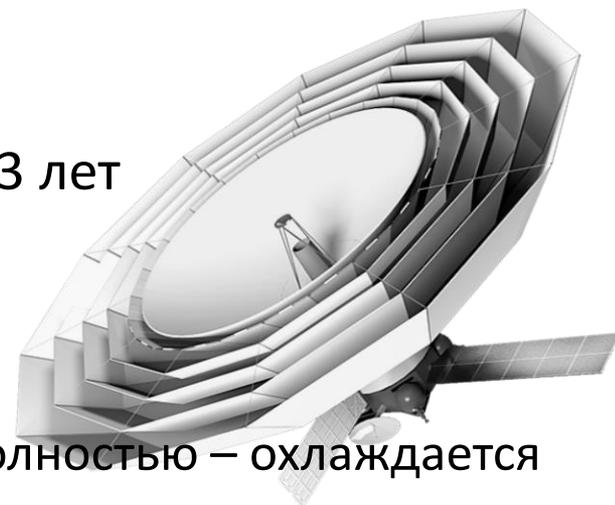


1977-1984 Салют-6 Ø 1.5м  
2 мех. криорефрижератора 4.5К



## Первый 10-метровый космический телескоп для дальнего ИК и субММ диапазона длин волн

- ✓ нацеленный на решение космологических и астрофизических задач
- ✓ открывающийся и юстируемый на орбите
- ✓ с охлаждением до  $T < 10\text{K}$  (мех. криорефр.) с возможностью работы после выработки их ресурса
- ✓ орбита в окрестностях точки Лагранжа L2
- ✓ срок службы: 10 лет; с акт. охлаждением  $> 3$  лет
- ✓ два режима работы:
  - КРСДБ 0.3 – 17 мм
  - Одиночный телескоп (0.02 – 3 мм)
    - активная система охлаждения работает полностью – охлаждается антенна и приемники,
    - работает часть активной система охлаждения – охлаждаются только приемники,
    - работает только пассивная система охлаждения.





# Миллиметрон - преемник обсерваторий Гершель и Радиоастрон

## Обсерватория Гершель

- Ø 3.5 м
- 60 – 670 мкм (3 инструмента)
- Температура зеркала 70 К
- Чувств. дет.  $10^{-17}$  -  $10^{-18}$  Вт/Гц<sup>0.5</sup>
- орбита точка Лагранжа L2

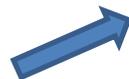


## Обсерватория Миллиметрон

- Ø 10 м (развертывающийся)
- 20 мкм – 1.35 см (7 инструментов)
- Температура зеркала 4.5 К
- Чувств. дет.  $10^{-18}$  -  $10^{-20}$  Вт/Гц<sup>0.5</sup>
- орбита точка Лагранжа L2
- + КРСДБ на  $\lambda \leq 1$  см

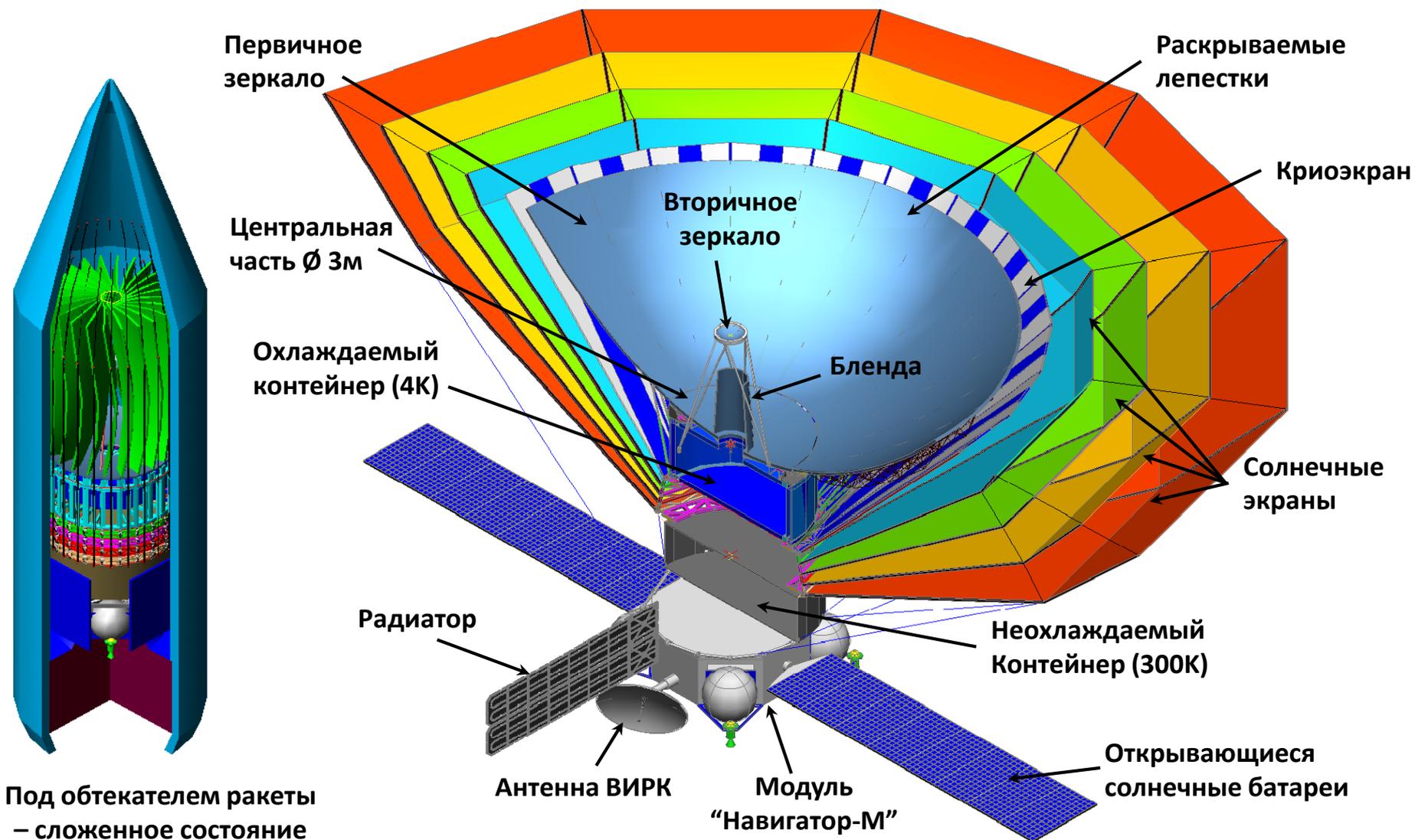
## КРТ Радиоастрон

- Ø 10 м (развертывающийся)
- 1.35 – 92 см (4 инструмента)
- неохлаждаемое зеркало
- орбита высокоэллиптическая



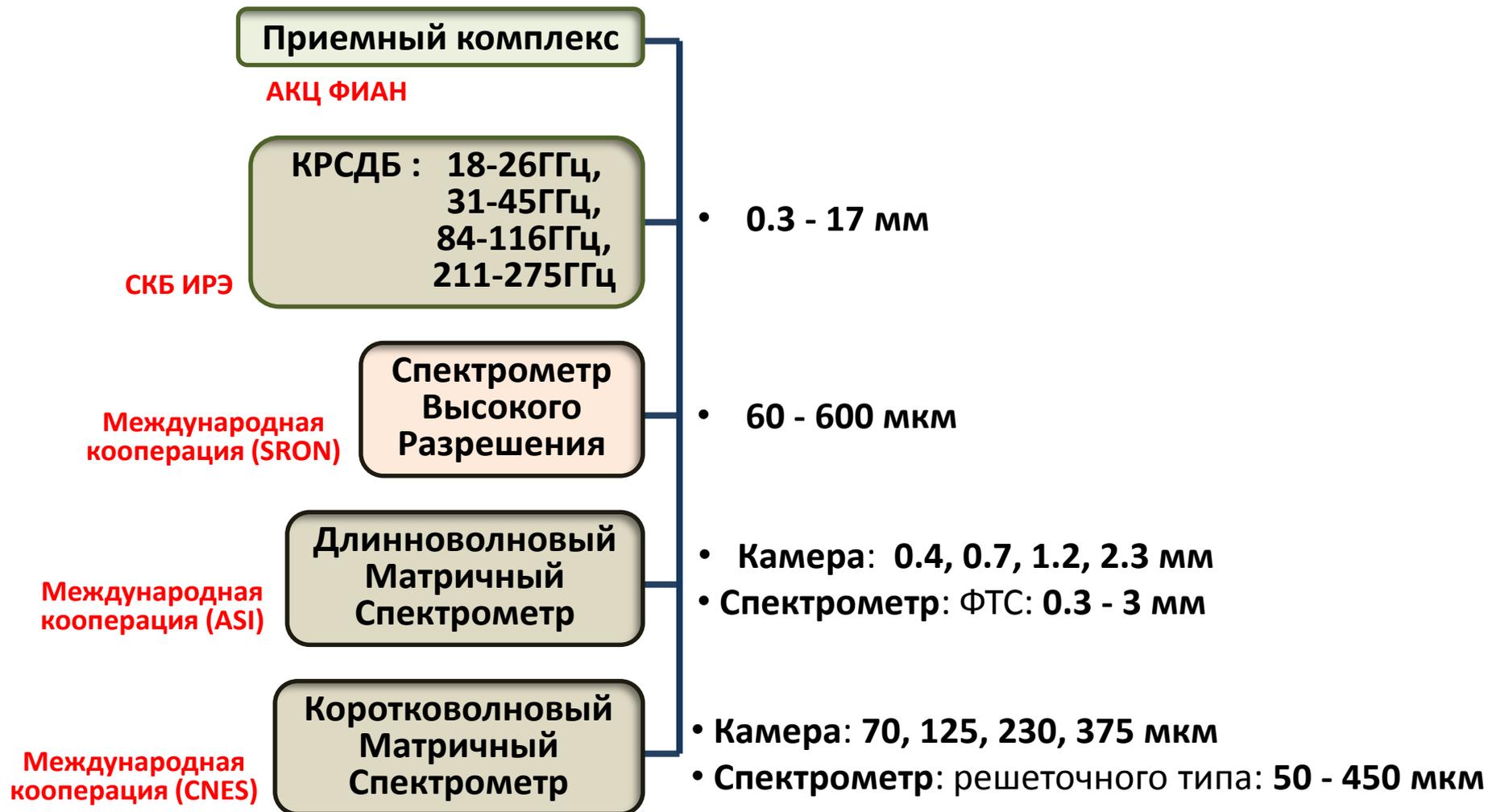


# Концепция обсерватории Миллиметрон





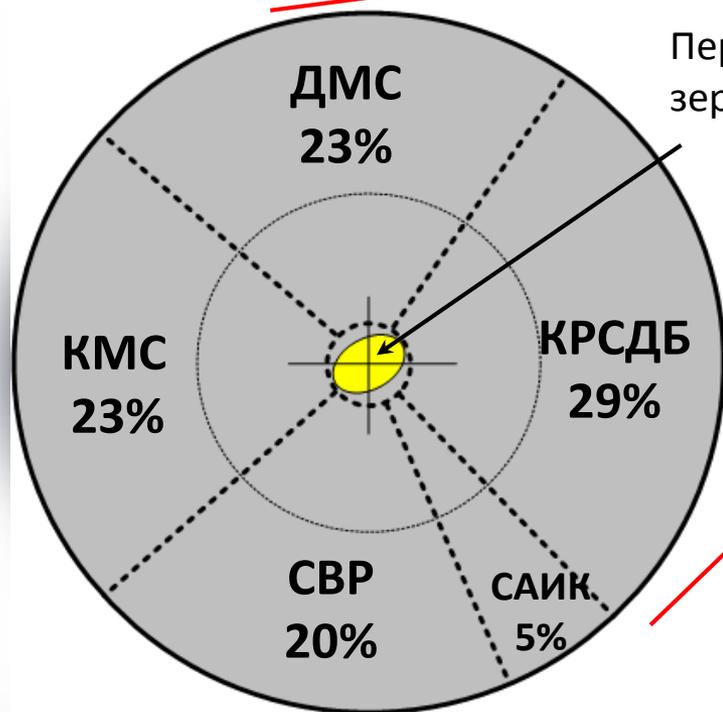
# Состав приемного комплекса



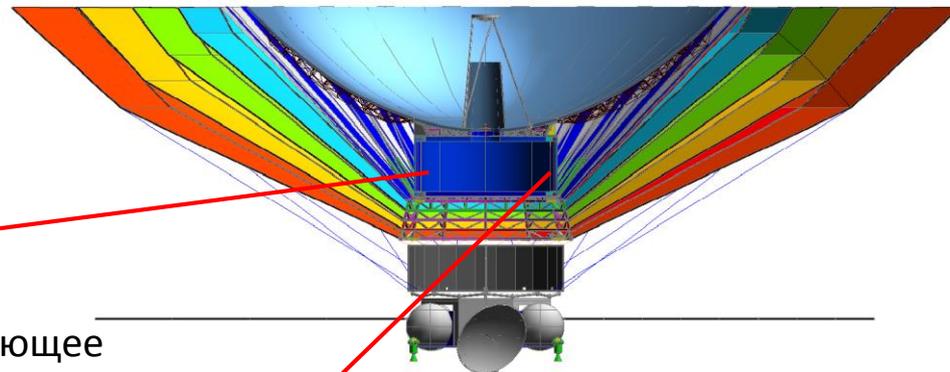


# Охлаждаемый контейнер

Предварительное расположение приемников в охлаждаемом контейнере



Переключающее зеркало

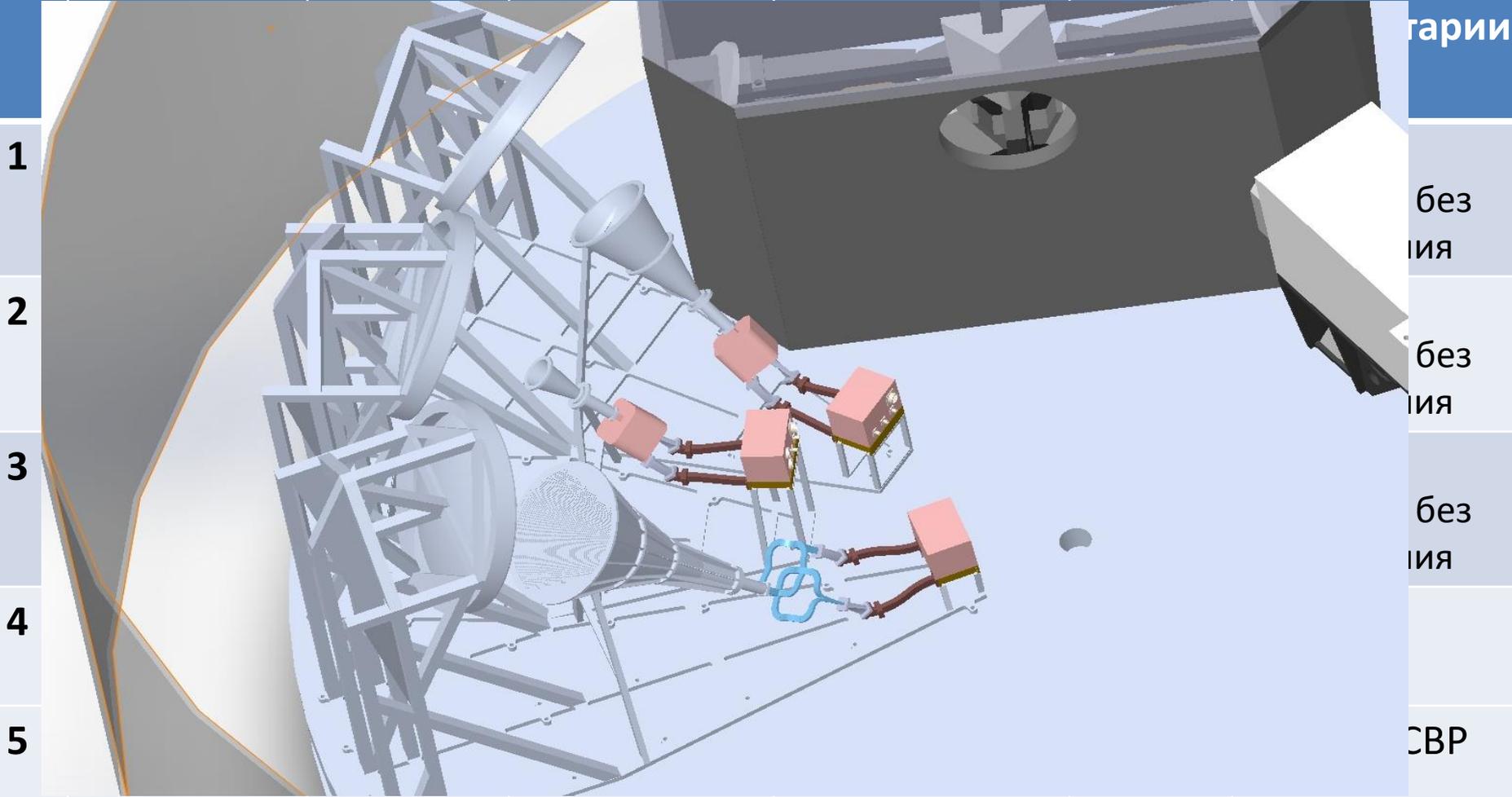


- ✓ Охлаждаемый контейнер (  $\varnothing 2.5\text{м} \times 0.8\text{м}$  )
- ✓ Масса:  $\approx 300$  кг
- ✓ Тепловые нагрузки :
  - $\leq 100$  мВт @ 4 К
  - $\leq 15$  мВт 1.7 К



АКЦ ФИАН

# Гетеродинные приемники для КРСДБ



тарии

без  
ния

без  
ния

без  
ния

СВР

6  Предварительный дизайн приемников в  
 787-950 охлаждаемом контейнере (текст ИРЭ)  
 ALMA Band 24



<250 Часть СВР

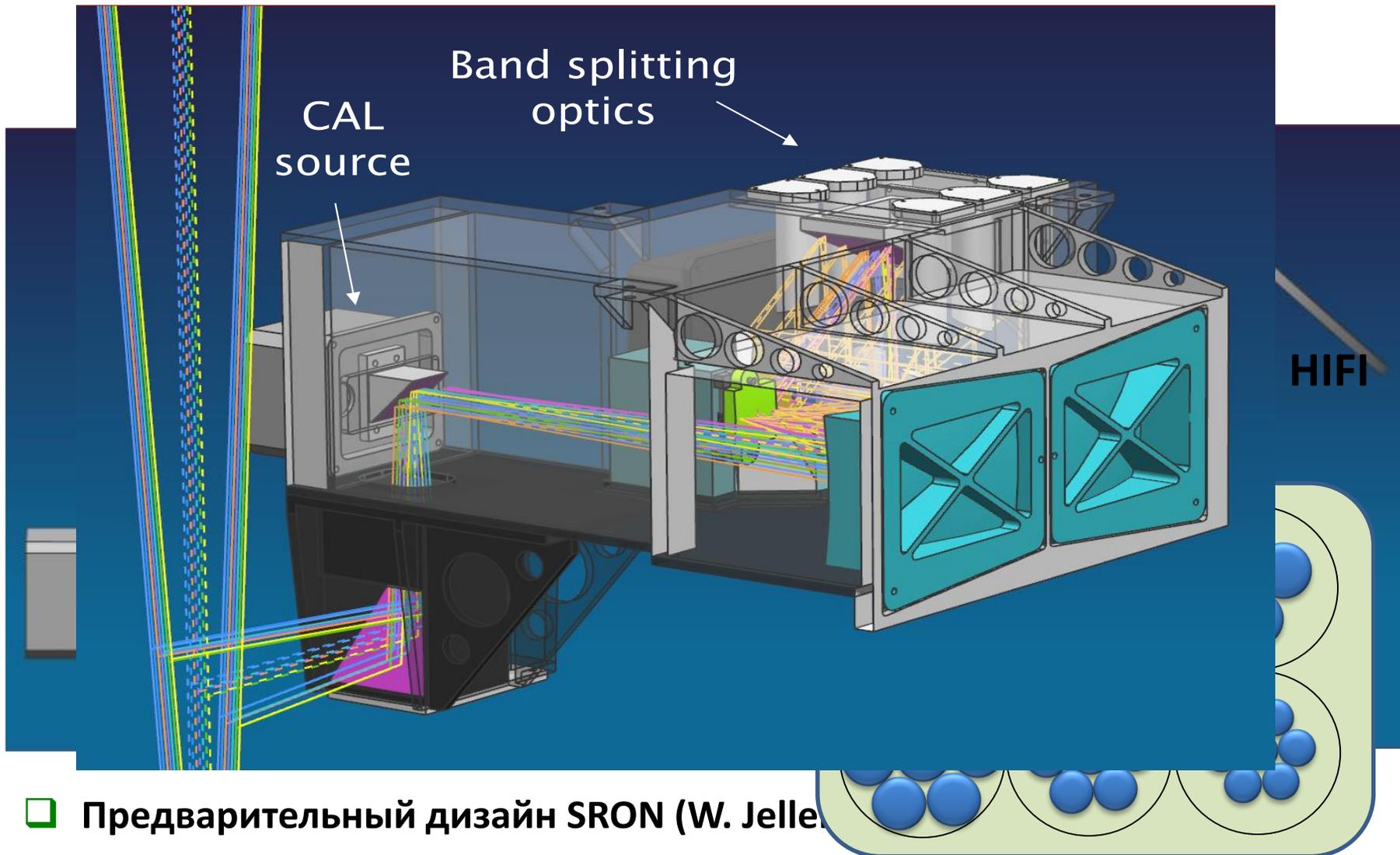


# Спектрометр Высокого Разрешения

№ поддиапазона	Частота, (ГГц/ТГц)	ПЧ, (ГГц)	Поляризация	Матрица
1a 1b	557 – 752	4-12 (SIS)	Г В	3/7
2a 2b	752 – 950	4-12 (SIS)	Г В	7
3a 3b	0.95 – 1.15 1.15 – 1.40	4-12 (SIS) 1-8 (HEB)	одна	7
4a 4b	1.40 – 1.80 1.80 – 2.10	1-8 (HEB)	одна	7
5a	2.45 – 3.00	1-8 (HEB)	одна	7
5b	4.76 – 5.36	1-8 (HEB)	одна	7



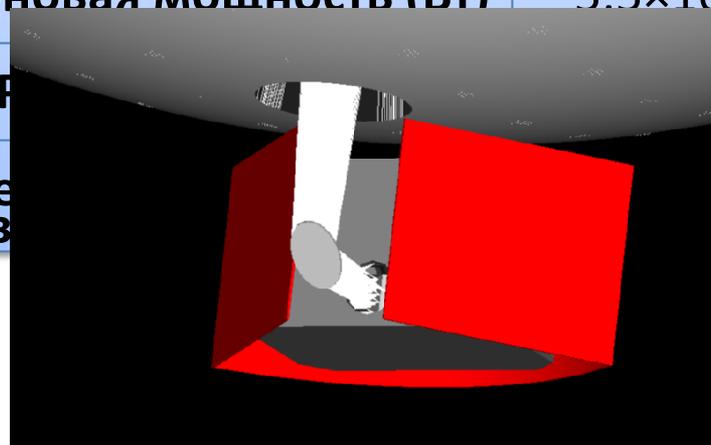
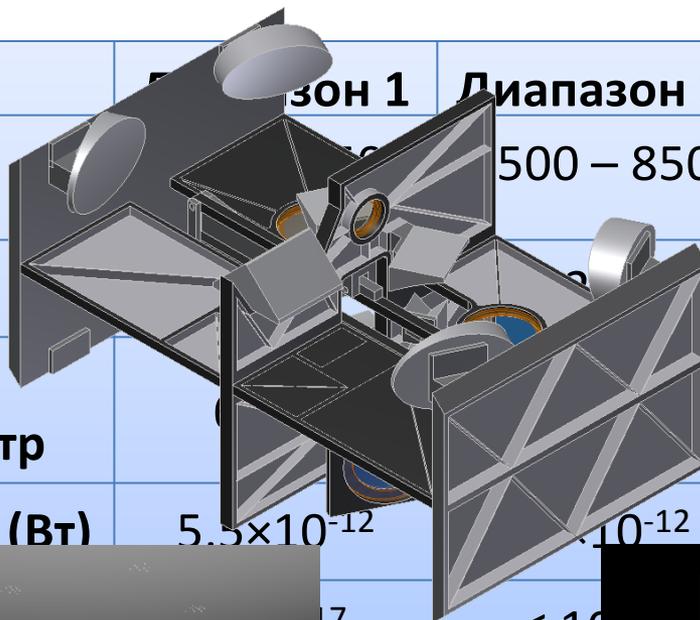
# Спектрометр Высокого Разрешения



□ Предварительный дизайн SRON (W. Jelle)

# Длинноволновый Матричный Спектрометр (оптимизированный для исследования З-С)

	Диапазон 1	Диапазон 2	Диапазон 3	Диапазон 4
Длина волны (мкм)	500 – 850	850 – 450	450 – 300	
FWHM		12	7.5	
Кол-во пикселей Камера/Спектрометр		16 / 48	25 / 100	
Фоновая мощность (Вт)	$5.5 \times 10^{-12}$	$1.5 \times 10^{-12}$	$1.5 \times 10^{-14}$	$2 \times 10^{-15}$
NEP	$1.7$	$\leq 10$		
Спе раз	$0$	$\sim 25$		



□ Предварительный дизайн (OLIMPO) (Италия, университет Рима)



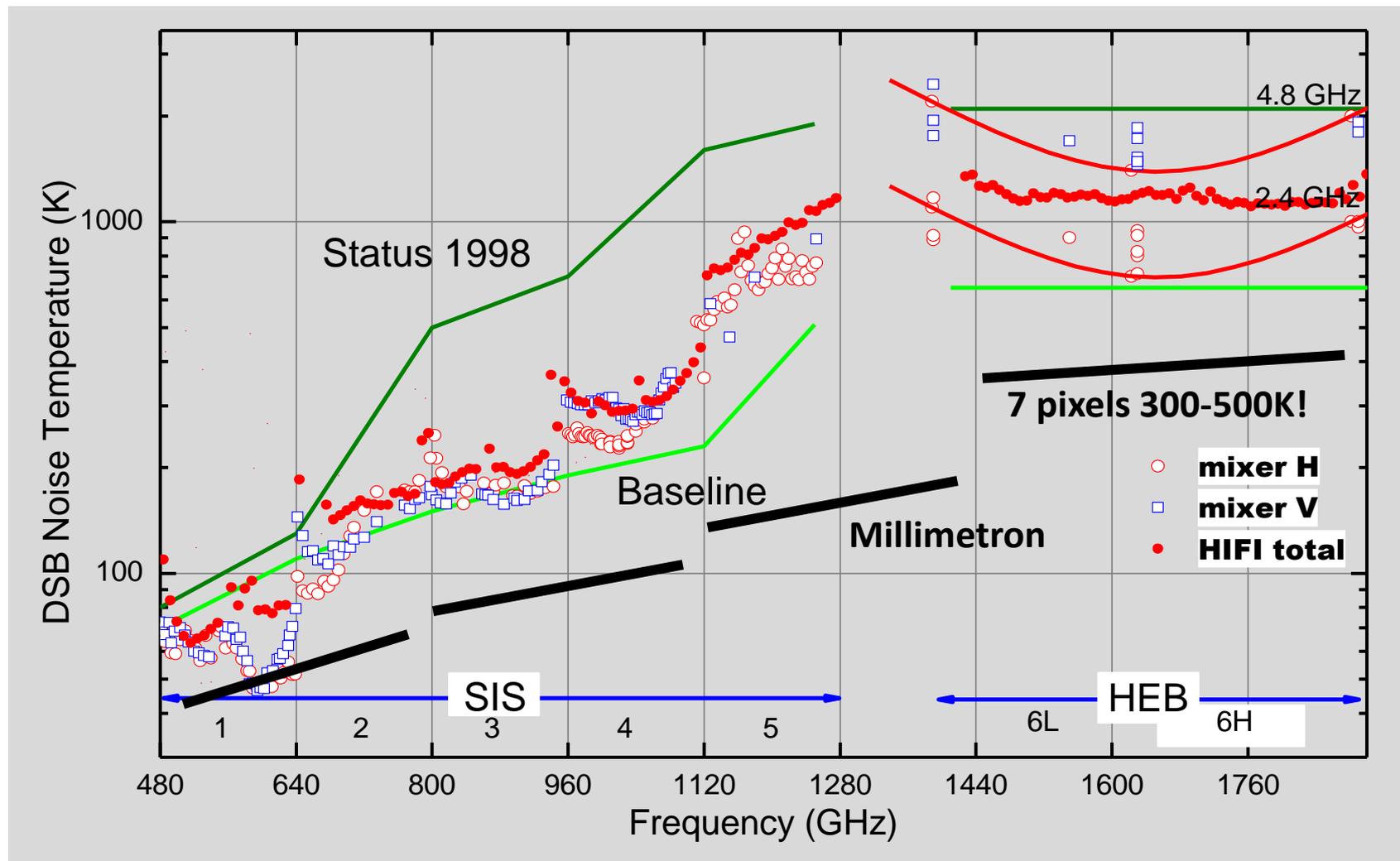
# Коротковолновый Матричный Спектрометр

	Диапазон 1	Диапазон 2	Диапазон 3	Диапазон 4
Длина волны (мкм)	50 – 90	90 – 160	160 – 300	300 – 450
FWHM	1-2''	2-4''	4-6''	6-10''
Кол-во пикселей Камера/Спектрометр	~8000	~4000	~1200	~300
Спектральное разрешение	~500-1000	~500-1000	~500	~500
NEP <sub>Det</sub> (Вт/√Гц)	$\leq 10^{-19}$	$\leq 10^{-19}$	$\leq 10^{-19}$	$\leq 10^{-19}$
Поляризация	tbd	tbd	tbd	tbd



# Возможности Миллиметрона

✓ Высокая чувствительность гетеродинных приемников

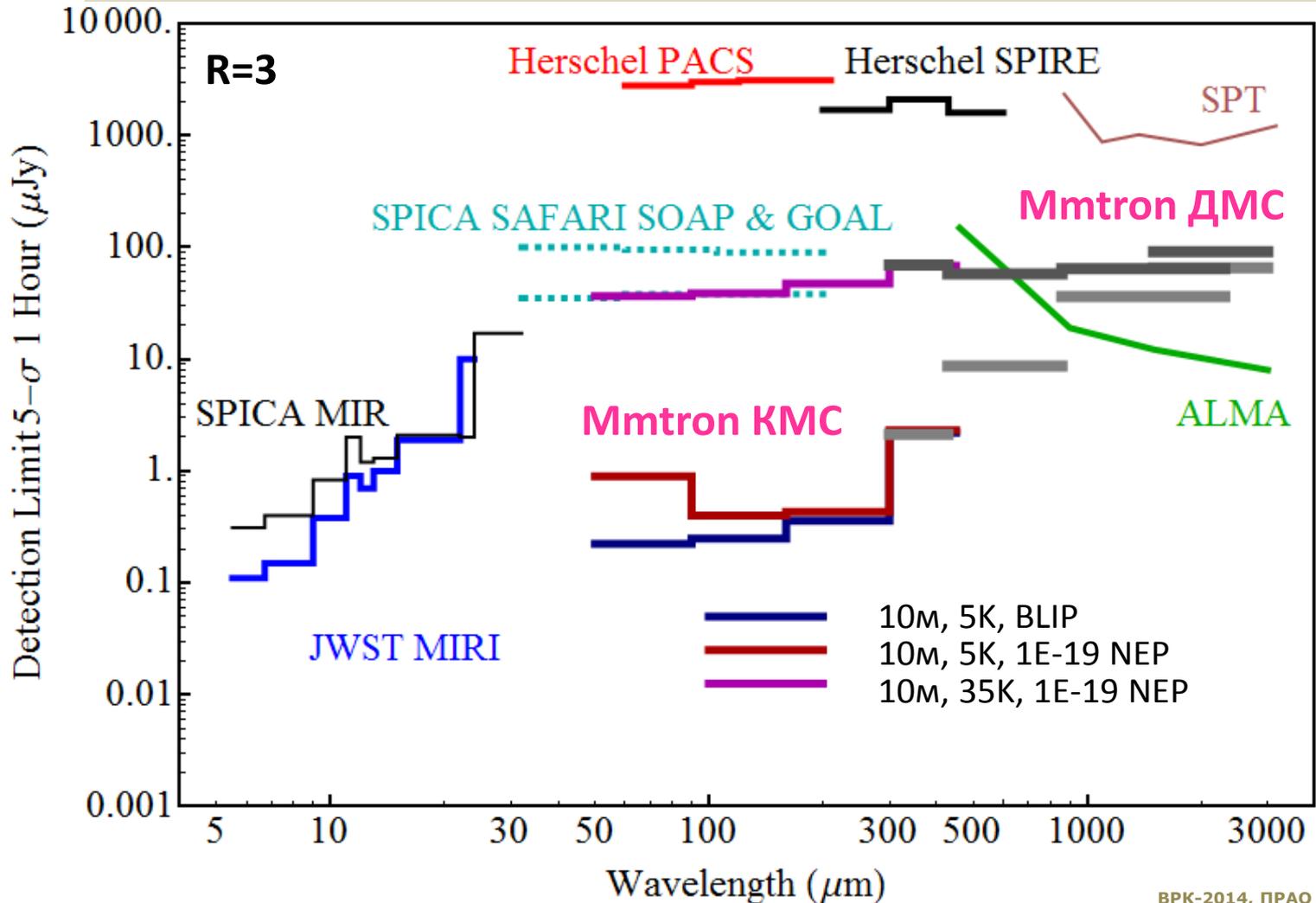




# Возможности Миллиметра

✓ Беспрецедентная чувствительность в режиме одиночного телескопа

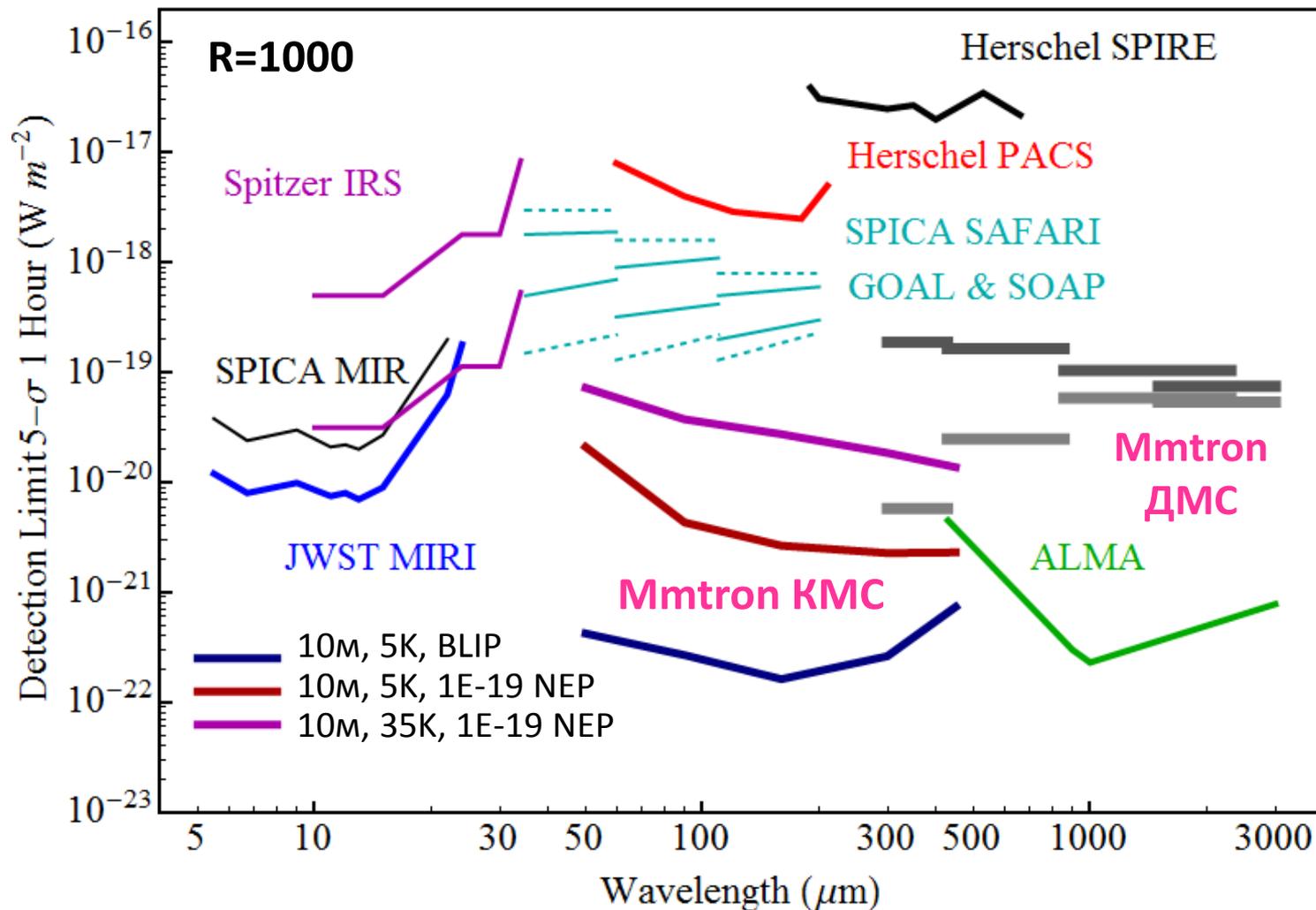
Ожидаемая Фотометрическая чувствительность приемников





# Возможности Миллиметра

## Ожидаемая Спектральная чувствительность приемников





# Заключение

## Миллиметрон - космическая миссия, которая имеет высокий приоритет для всего астрономического сообщества сегодня

- концепция и современные приемники на борту представляют уникальные возможности для ИК/СубММ диапазона - Чувствительность и Угловое Разрешение
- концепция миссии построена на основе технологий, обладающих сегодня высоким уровнем готовности
- единственная ИК/СубММ космическая миссия планируемая к запуску в ближайшие 5 лет

Все перечисленное открывает новые прорывные возможности для решения широкого ряда космологических и фундаментальных астрофизических вопросов