



Филиал ОАО «РОССИЙСКИЕ КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

Научно-технологический центр «КОСМОНИТ»

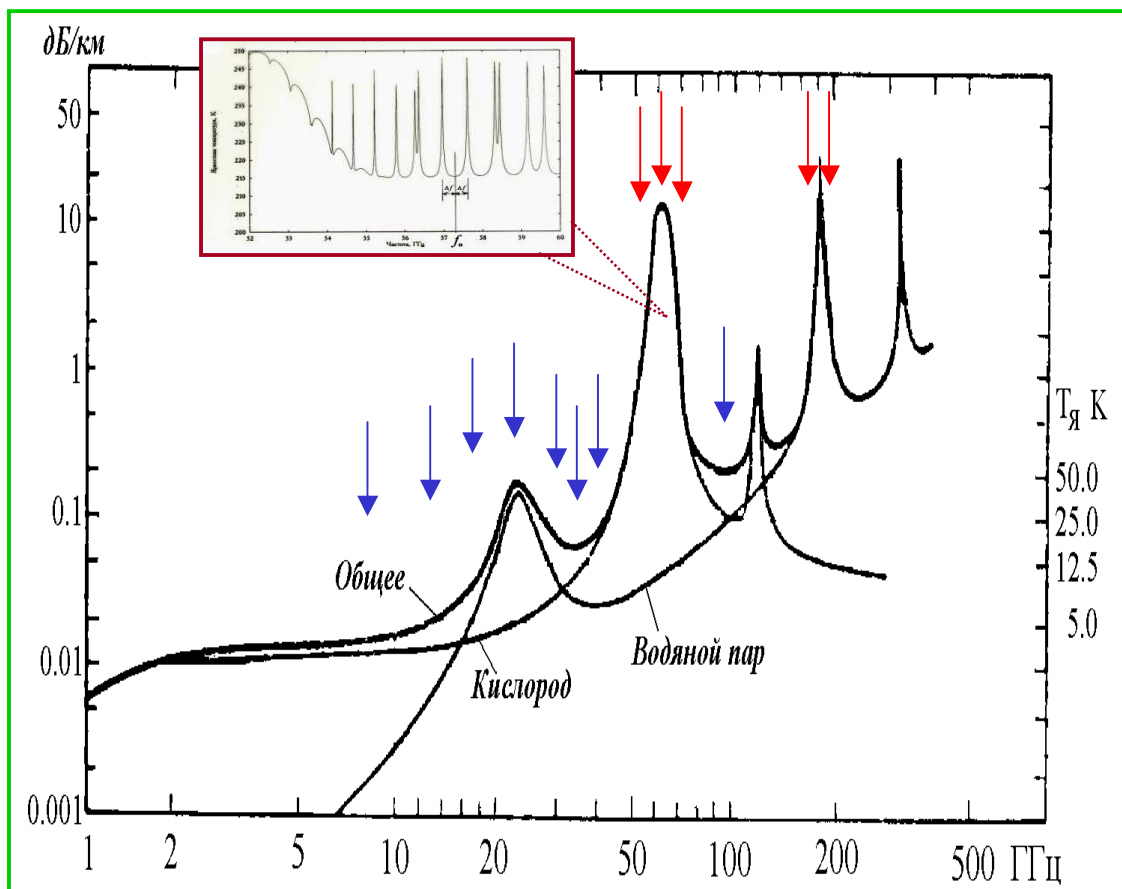


Г.М.Чернявский, И.В.Черный

СВЧ-радиометры для задач гидрометеорологии на борту спутников «Метеор-3М» и «Метеор-М»

16-20 ноября 2009 г.

Седьмая открытая Всероссийская конференция
**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА**



Ослабление и излучение атмосферы

- **определение температуры поверхности океана;**
- **определение вертикальных профилей температуры и влажности атмосферы;**
- **определение интегральной влажности атмосферы, водозапаса облаков, интенсивности осадков, скорости приводного ветра;**
- **мониторинг ледовых и снежных покровов;**
- **диагностика процессов деятельного слоя океана.**



РОСКОСМОС

Отечественные и зарубежные спутниковые СВЧ-радиометры



Прибор (спутник, год запуска)	Частоты, ГГц	Пространственное разрешение, км	Полоса обзора, км	Основные задачи	Примечание
MSU (NOAA 6, 1979)	50-58	110	2000	профиль температуры	зондировщик
SSM/I (DMSP F08, 1987)	19.3, 22.2, 37.0, 85.5	13-69	1400	интегральные метеопараметры	сканер
SSM/T-1 (DMSP F11, 1991)	50.5-59.4	175	1600	профиль температуры	зондировщик
SSM/T-2 (DMSP F11, 1991)	91.6, 150, 183.31	48	1400	профиль влажности	зондировщик
Икар-Дельта (Мир-Природа, 1996)	22.2, 37, 100	5-15	420	интегральные метеопараметры	сканер
AMSU-A (NOAA-K, 1998)	23.8, 31.4, 50-59 , 89	50	2340	профиль температуры	зондировщик
AMSU-B (NOAA-K, 1998)	89, 157, 183.31	15	2200	профиль влажности	зондировщик
МИБЗА (Метеор-3М, 2001)	20, 35, 94	25-110	1500	интегральные метеопараметры	сканер
МТВЗА (Метеор-3М, декабрь 2001)	18.7, 22.2, 33, 36.5, 42, 48, 52-57 , 91.6, 183.31	16-75	2200	интегральные метеопараметры, профили температуры и влажности	сканер/зондировщик
AMSR (Aqua, май 2002)	6.9, 10.6, 18.7, 23.8, 36.5, 89	5-75	1400	интегральные метеопараметры, ТПО	сканер
WindSat (Coriolis, январь 2003)	6.8, 10.7 , 18.7 , 23.8, 37	25	1025	скорость и направление приводного ветра, ТПО	сканер
SSMIS (DMSP F16, октябрь 2003)	19.3, 22.2, 37.0, 50.3-59.4 , 91.6, 150, 183.31	13-75	1700	интегральные метеопараметры, профили температуры и влажности	сканер/зондировщик
МТВЗА-ОК (Сич-1М, декабрь 2004)	6.9, 10.6, 18.7, 23.8, 31, 36.5, 42, 48, 52-57 , 91.6, 183.31	19-150	2000	интегральные метеопараметры, профили температуры и влажности, ТПО	сканер/зондировщик
МТВЗА-ГЯ (Метеор-М, №1 сентябрь 2009)	10.6, 18.7, 23.8, 31, 36.5, 42, 48, 52-57 , 91.6, 183.31	16-198	1500	интегральные метеопараметры, профили температуры и влажности, ТПО	сканер/зондировщик

Бортовые СВЧ сканеры/зондировщики серии МТВЗА



МТВЗА
КА «Метеор-3М»
Запуск - 2001 г.

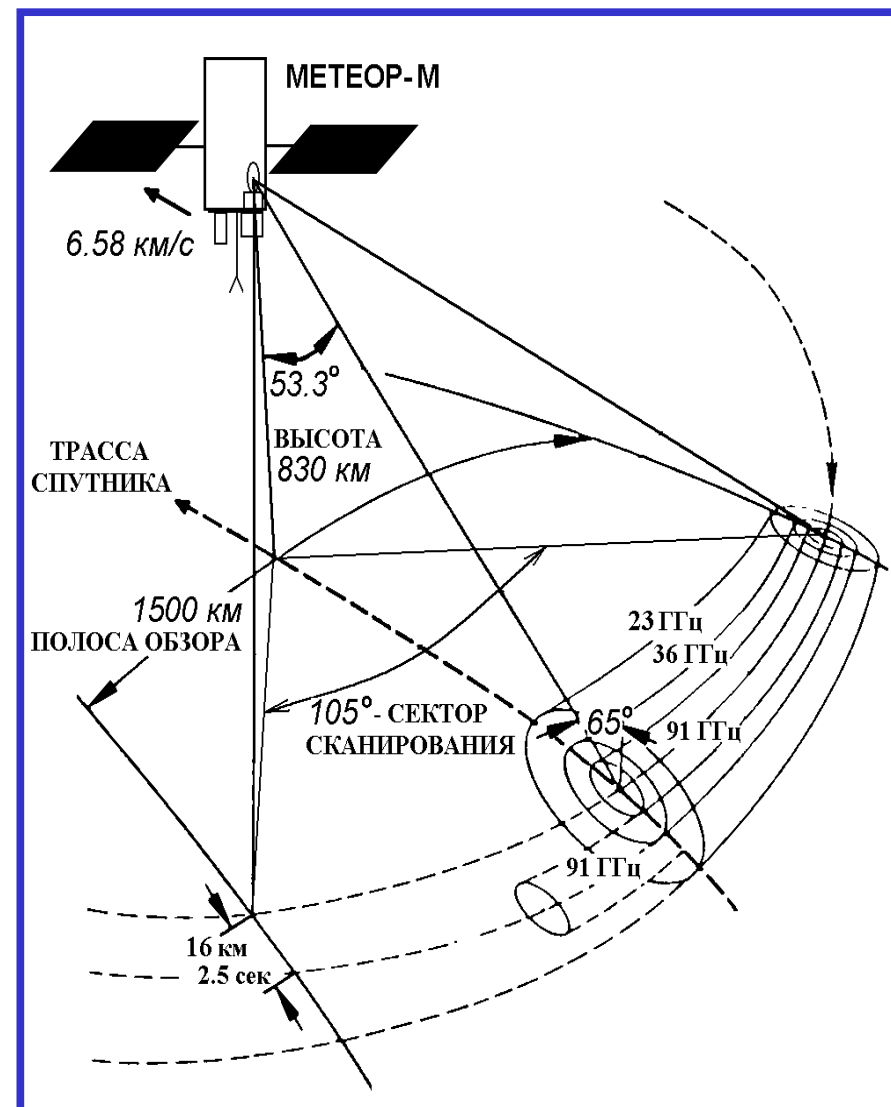


МТВЗА-ОК
КА «Сич-1М»
Запуск - 2004 г.



МТВЗА-ГЯ
КА «Метеор-М»
Запуск - 2009 г.

Геометрия сканирования СВЧ-радиометра



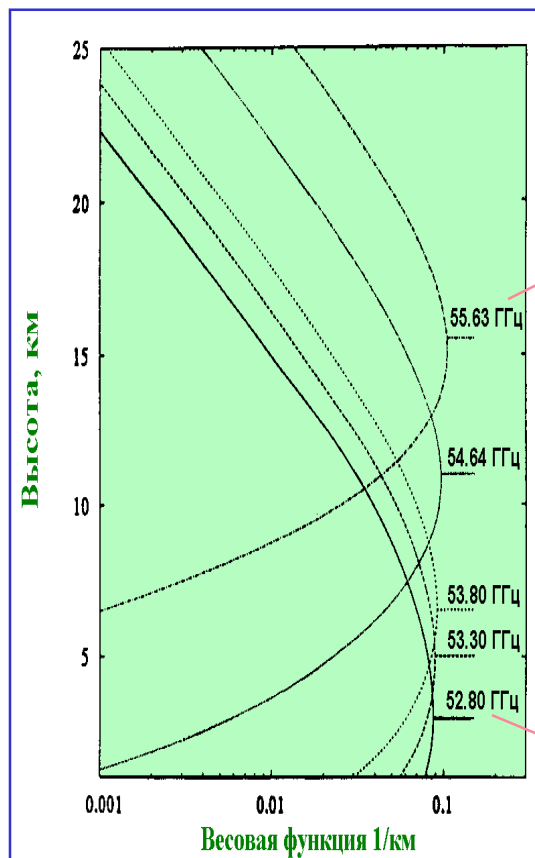
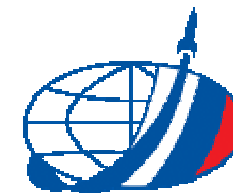


КА «Метеор-3М»
(Запуск – 10 декабря 2001 г.)

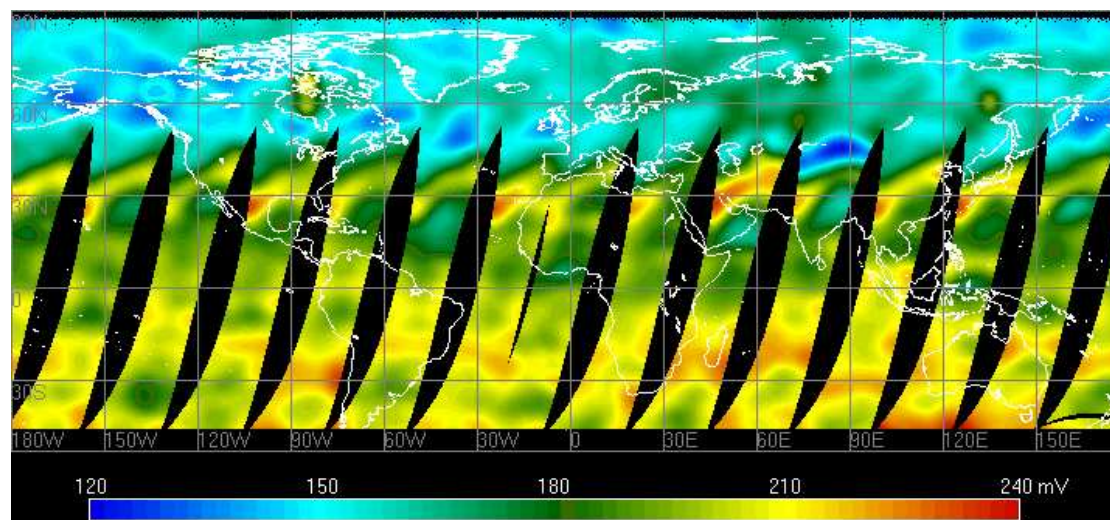
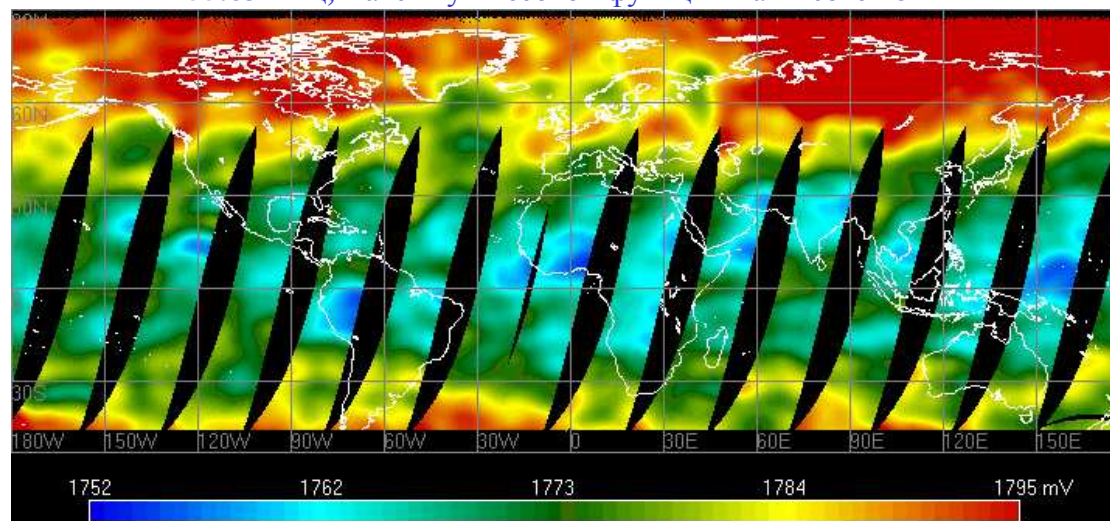


*Микроволновый сканер/зондировщик
МТВЗА в составе КА «Метеор-3М»
(космодром Байконур, ноябрь 2001)*





55.63 ГГц, максимум весовой функции на высоте 16 км

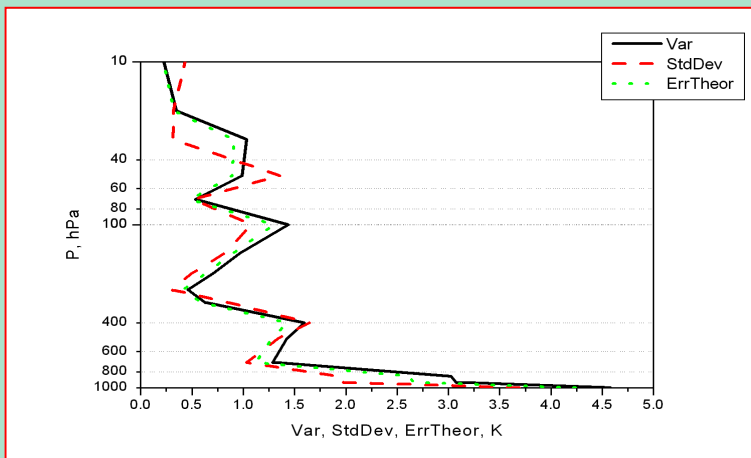


52.80 ГГц максимум весовой функции на высоте 2 км

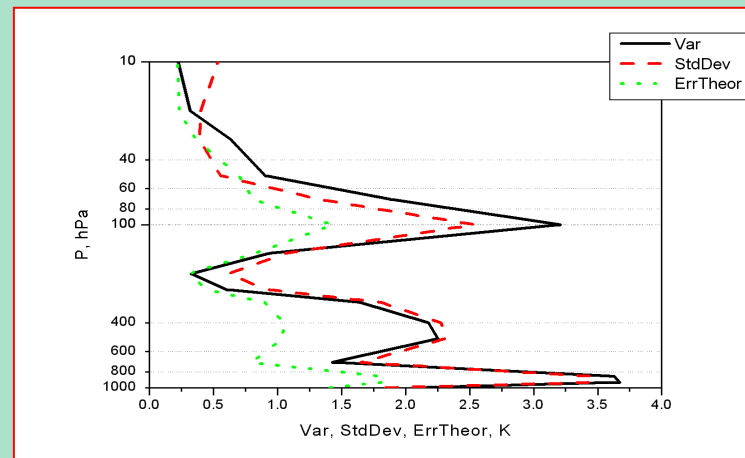
СВЧ-измерения МТВЗА отражают особенности вертикального распределения температуры атмосферы: в нижней тропосфере экваториальная часть теплее, чем полярная, а в стратосфере наблюдается обратная картина.



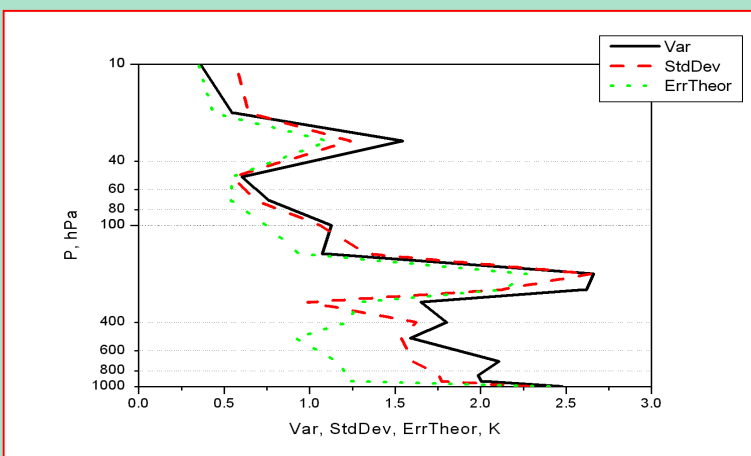
Погрешность (StdDev) восстановления профилей температуры атмосферы по данным СВЧ-измерений МТВЗА (КА «Метеор-3М»)



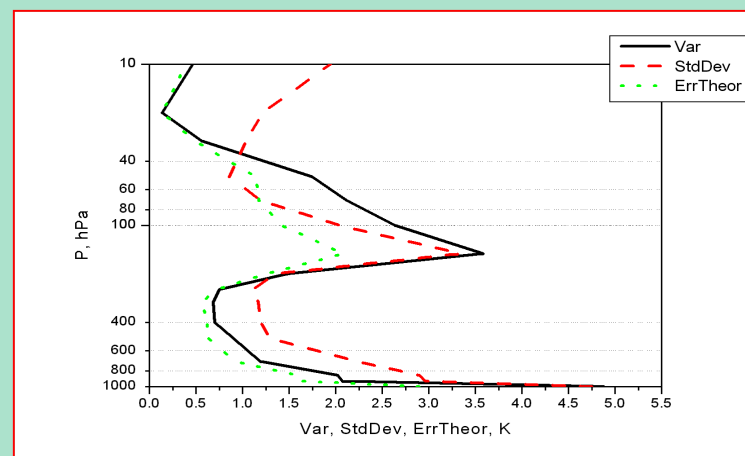
Тропики, суша



Тропики, море



Умеренные широты, суша

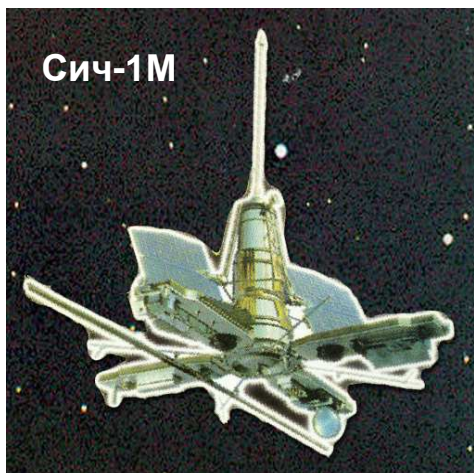


Умеренные широты, море

ErrTheor - теоретическая погрешность **Var** – естественная изменчивость.



Российско-украинский проект «Сич-1М»
(Запуск КА – 24 декабря 2004 г.)

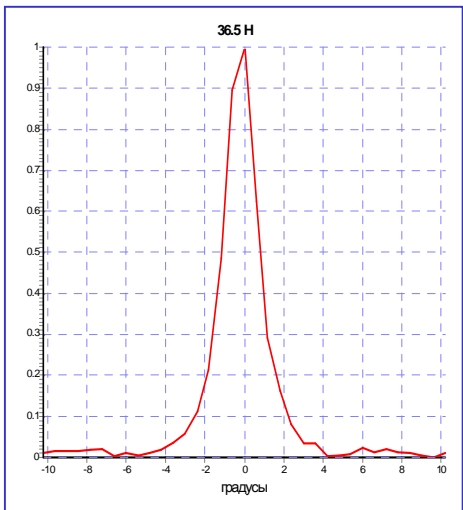
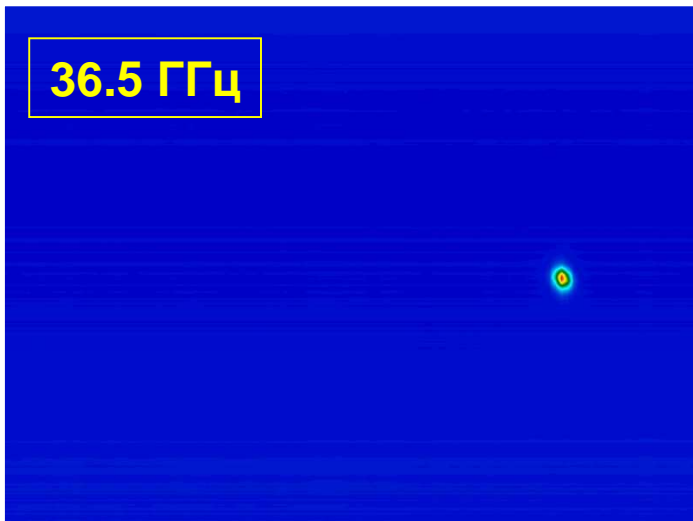
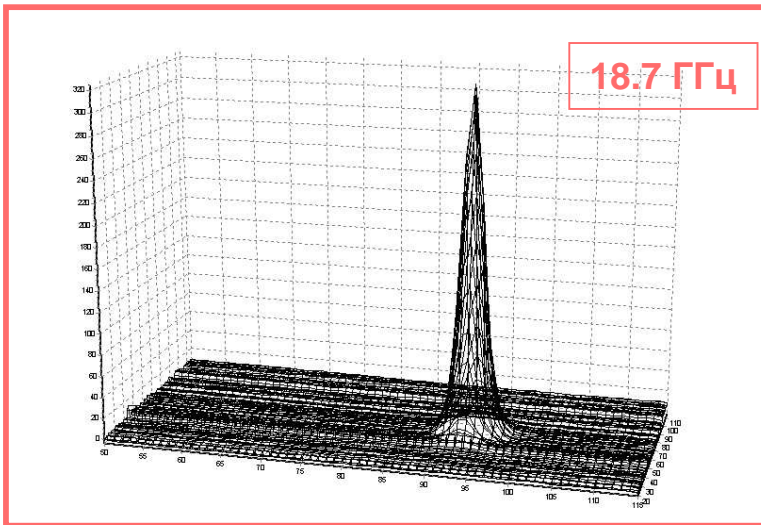
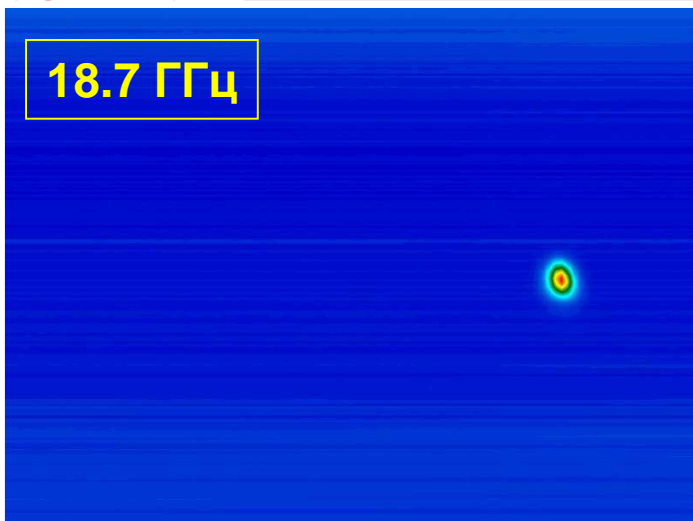


*Микроволновый сканер/зондировщик
МТВЗА-ОК в составе КА «Сич-1М»
(космодром Плесецк, декабрь 2004)*

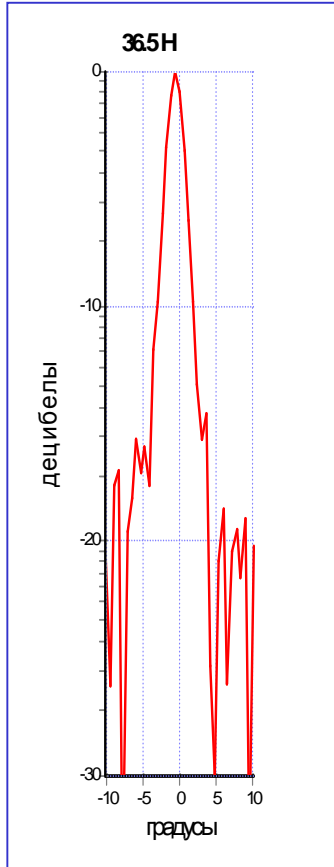




СВЧ-изображения Солнца по данным МТВЗА-ОК КА «Сич-1М»
(Виток №1290, 18 марта 2005г.)



36.5 ГГц



300 К (18.7 ГГц)

600 К (36.5 ГГц)

3 К

© ФГУП «РНИИ КП»

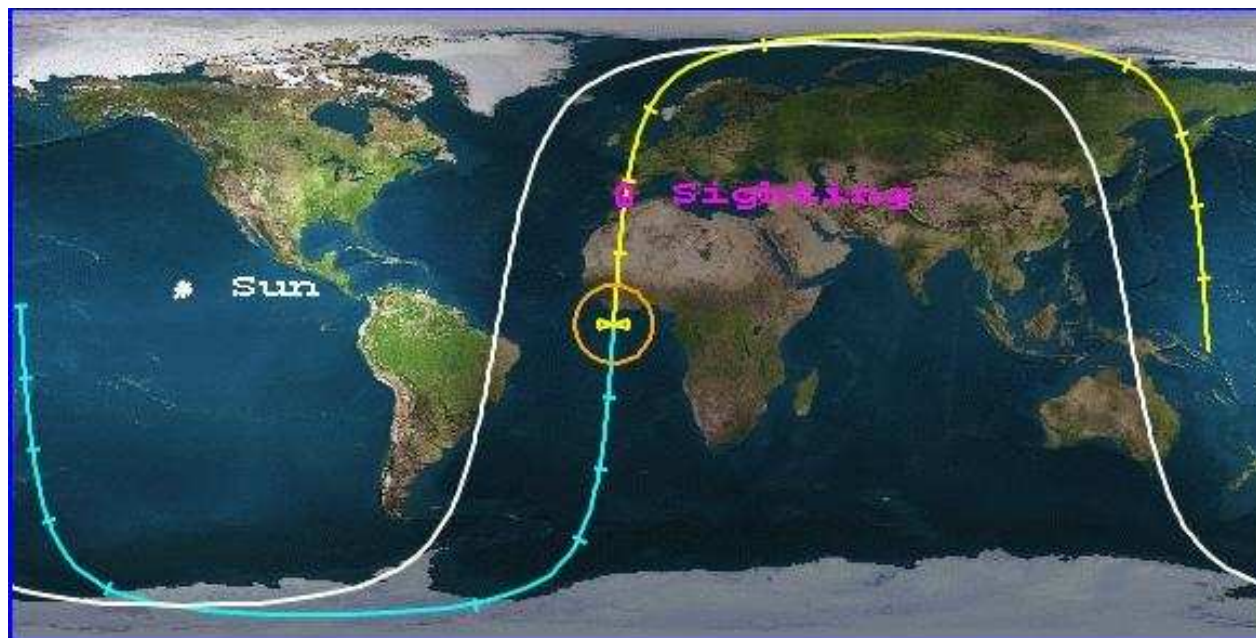
Антенная температура



15 апреля 2006г. КА «Сич-1М»
прекратил свое существование



**Вход КА «Сич-1М»
в плотные слои атмосферы
по данным метеослужбы Испании**



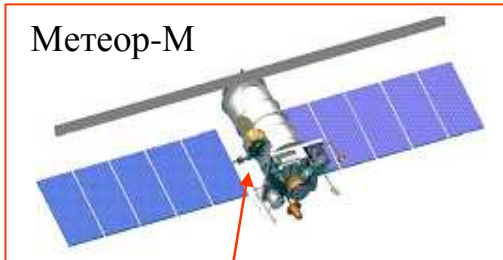


РОСКОСМОС

Информационные характеристики СВЧ-радиометра МТВЗА-ГЯ спутника «Метеор-М» №1



Метеор-М



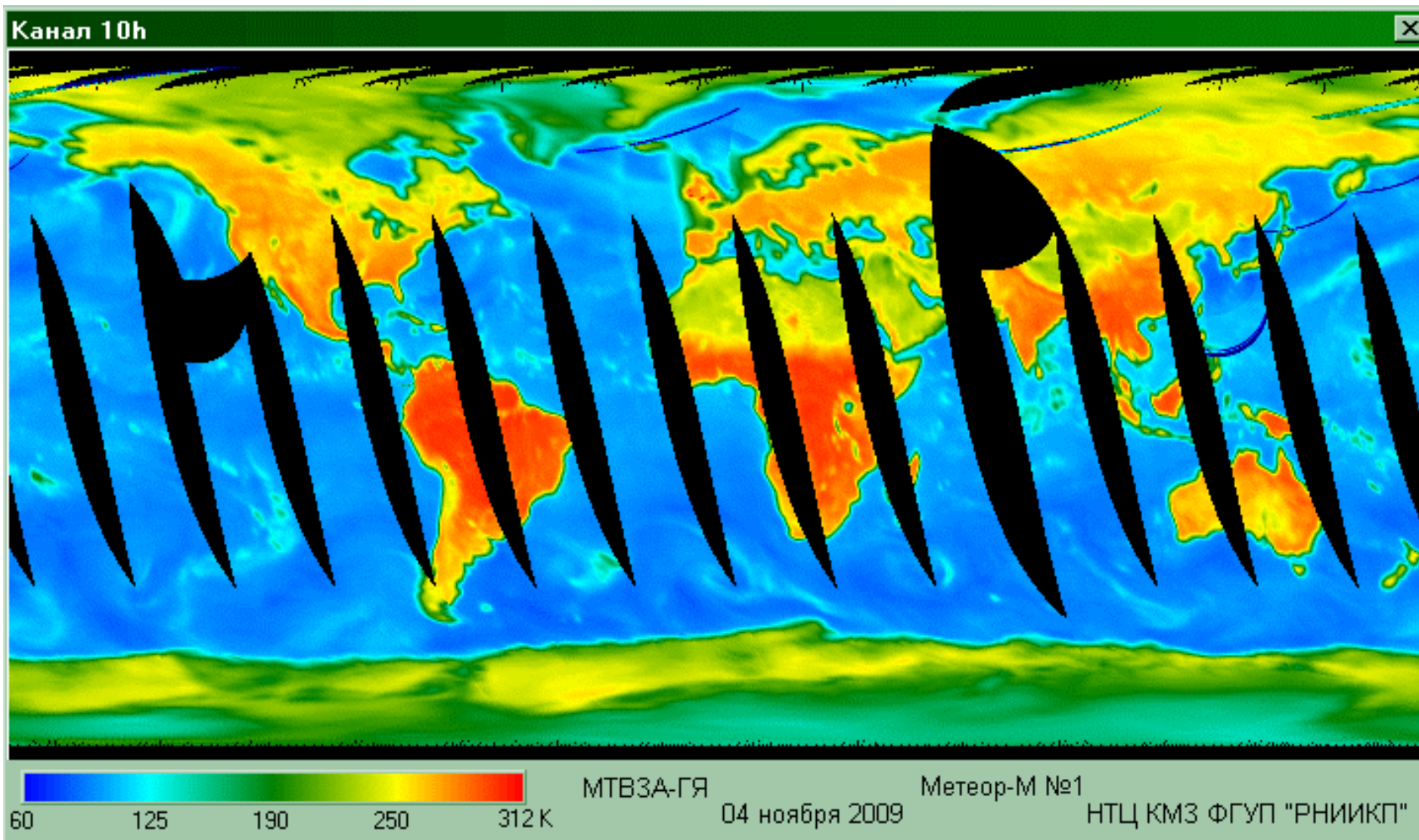
Центральная частота, ГГц	Кол-во полос	Поляризация	Ширина полосы, (-3дБ) МГц	Антенное пятно кмхкм	Пиксель изображения кмхкм	Чувствительность не хуже К/пиксель	Погрешность калибровки не хуже К	Высота максимума весовой функции, км	Шумовая температура приемника, не хуже, К
10.6	1	V, H	100	89x198	32x32	0.5	0.7	-	100
18.7	1	V, H	200	52x116	32x32	0.4	0.7	-	140
23.8	1	V, H	400	42x94	32x32	0.3	0.7	-	200
31.5	1	V, H	1000	35x76	32x32	0.3	0.7	-	
36.5	1	V, H	1000	30x67	32x32	0.3	0.7	-	300
42	1	V, H	1000	26x60	32x32	0.4	0.7	-	
48	1	V, H	1000	24x43	32x32	0.4	0.7	-	1000
91	2	V, H	2000	14x30	16x16	0.6	1.2	-	
52.80	1	V	400	21x48	32x32	0.4	1.0	2	550
53.30	1	V	400	21x48	32x32	0.4	1.0	4	
53.80	1	V	400	21x48	32x32	0.4	1.0	6	
54.64	1	V	400	21x48	32x32	0.4	1.0	10	
55.63	1	V	400	21x48	32x32	0.4	1.0	14	
$F_0 \pm 0.1$	4	H	50	21x48	48x48	0.4	1.2	20	550
$F_0 \pm 0.05$	4	H	20	21x48	48x48	0.7	1.2	25	
$F_0 \pm 0.025$	4	H	10	21x48	48x48	0.9	1.2	29	
$F_0 \pm 0.01$	4	H	5	21x48	48x48	1.3	1.2	35	
$F_0 \pm 0.005$	4	H	3	21x48	48x48	1.7	1.2	42	
183.31 ± 1.0	2	V	500	9x21	32x32	0.8	1.2	5.3	1500
183.31 ± 3.0	2	V	1000	9x21	32x32	0.6	1.2	2.9	
183.31 ± 7.0	2	V	1500	9x21	32x32	0.5	1.2	1.5	

$F_0 = 57.290344 \pm 0.3222$ ГГц



РОСКОСМОС

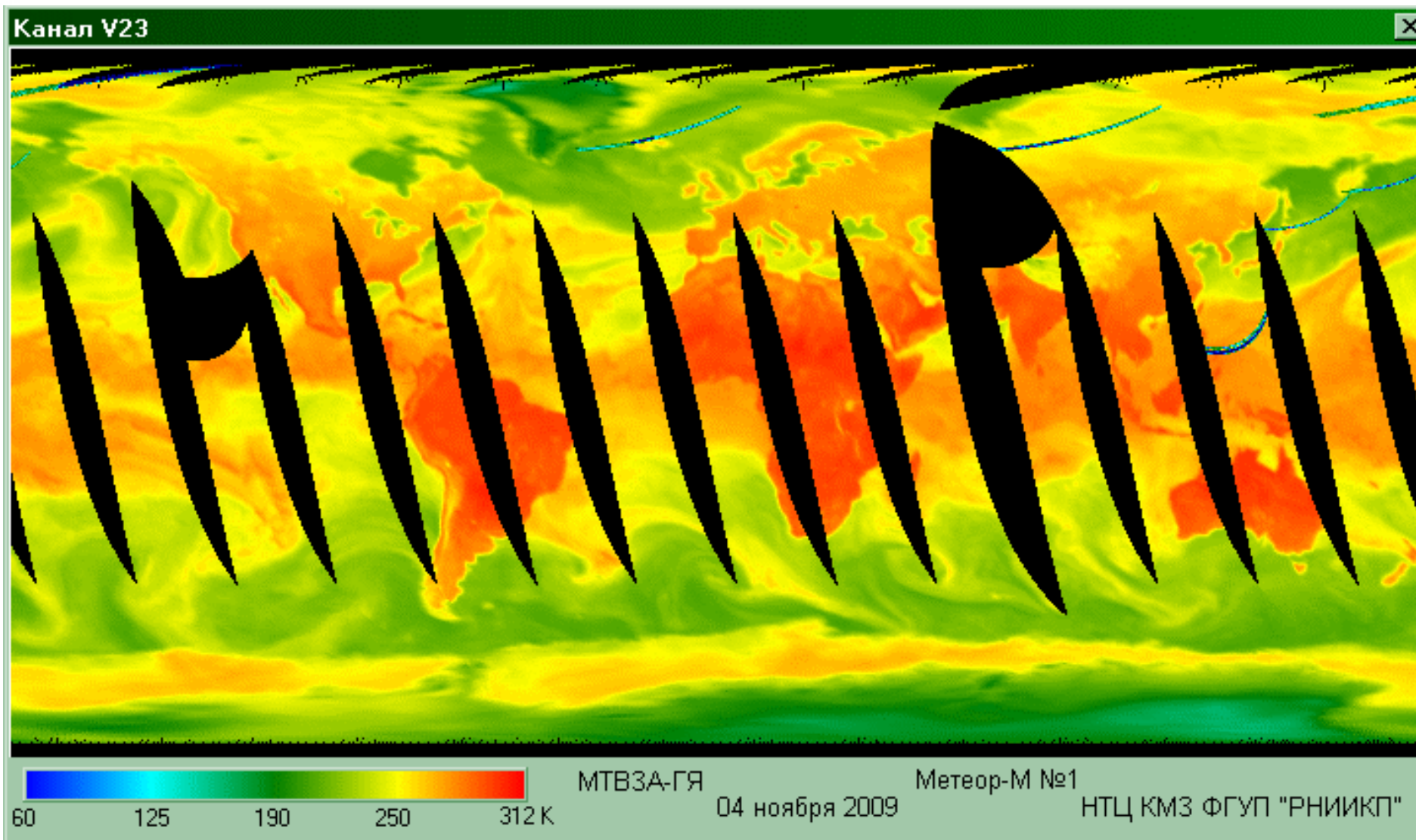
СВЧ-изображение Земли в канале 10.6 ГГц (ГП)
по данным сканера МТВЗА-ГЯ.
(КА «Метеор-М» №1, 04 ноября 2009г.)





РОСКОСМОС

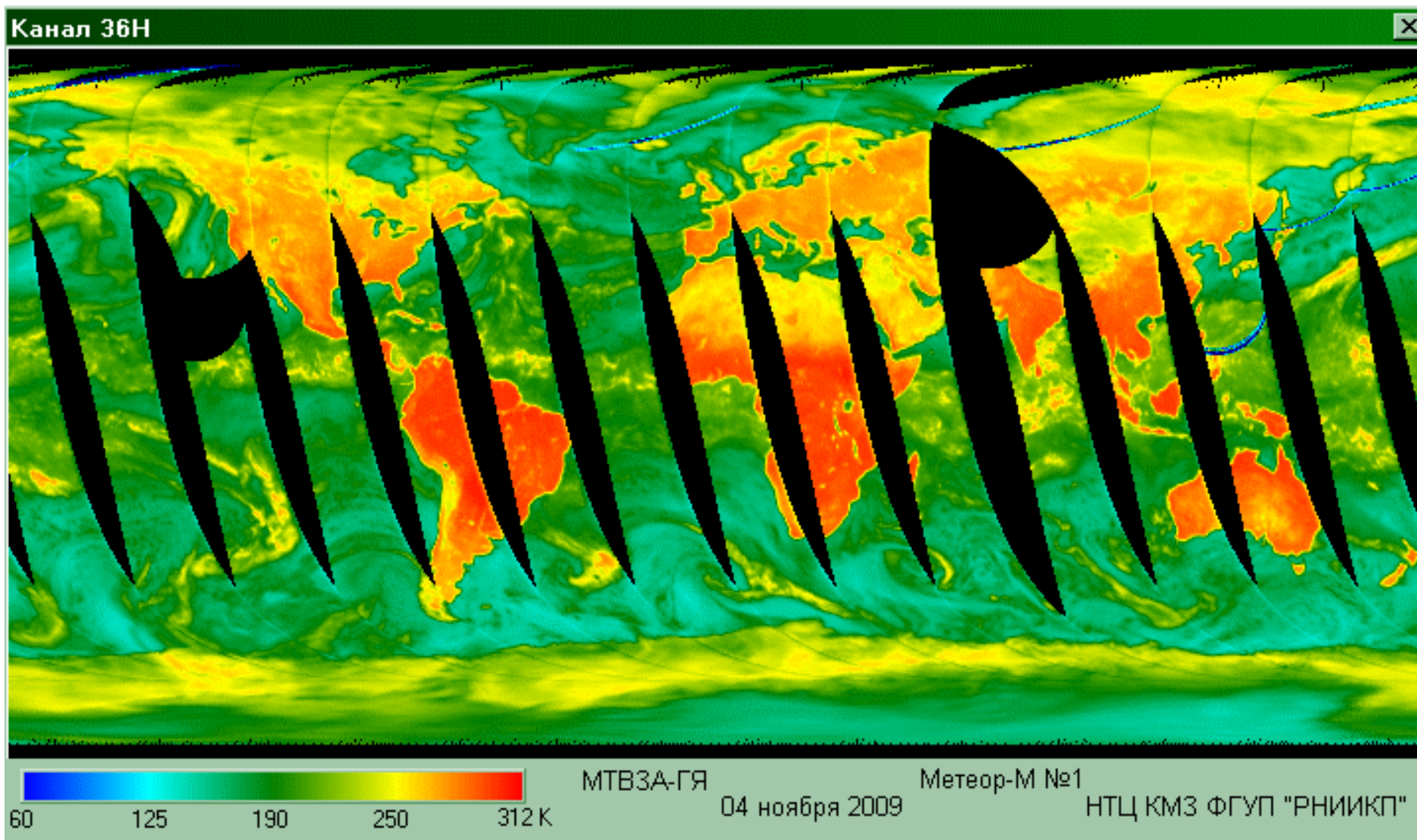
СВЧ-изображение Земли в канале 23.8 ГГц (ВП)
по данным сканера МТВЗА-ГЯ.
(КА «Метеор-М» №1, 04 ноября 2009г.)





РОСКОСМОС

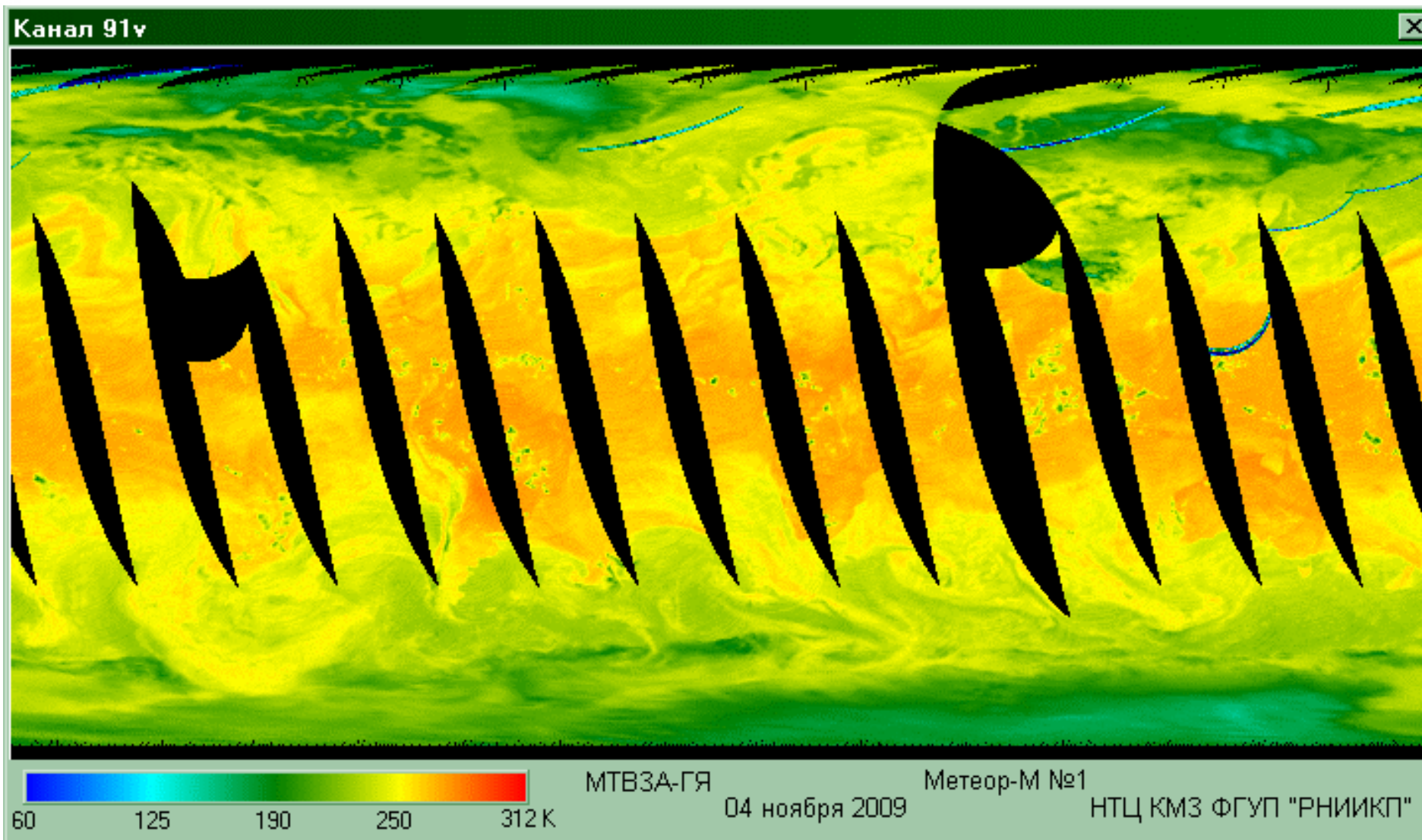
СВЧ-изображение Земли в канале 36.5 ГГц (ГП)
по данным сканера МТВЗА-ГЯ.
(КА «Метеор-М» №1, 04 ноября 2009г.)



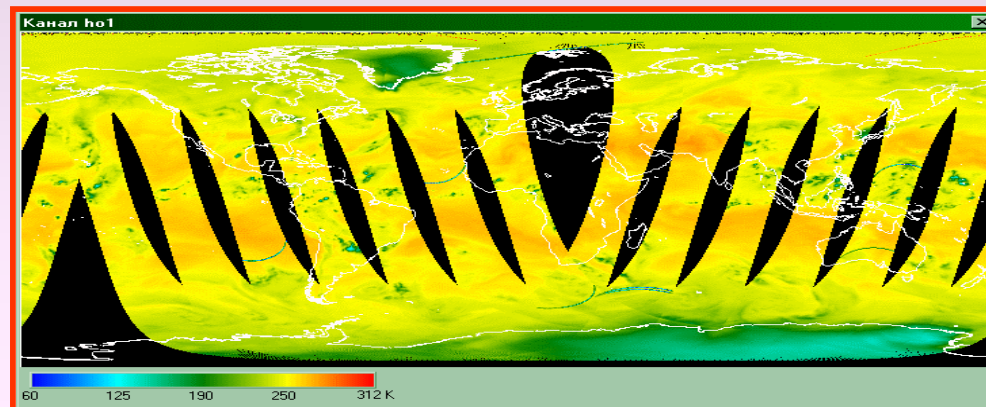
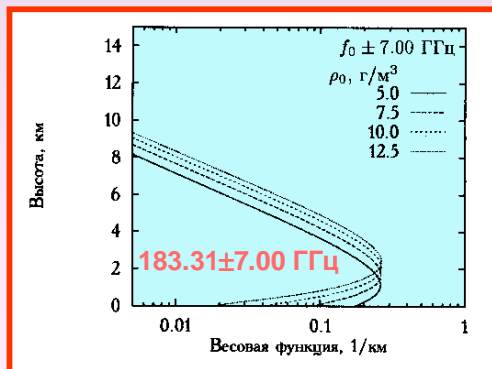
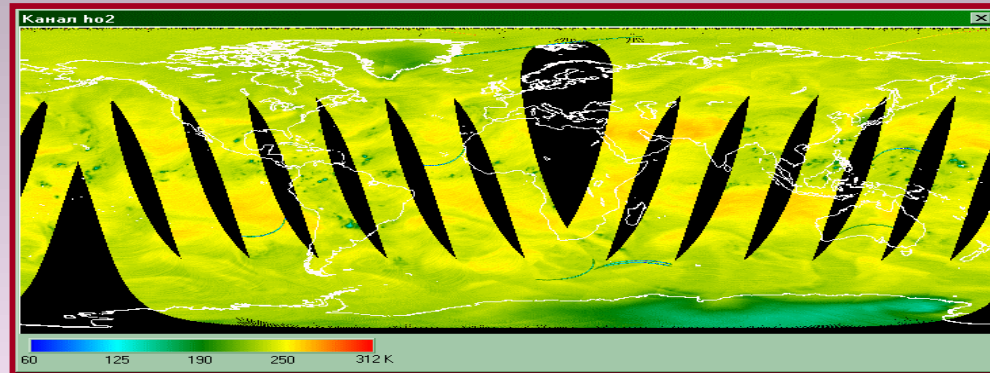
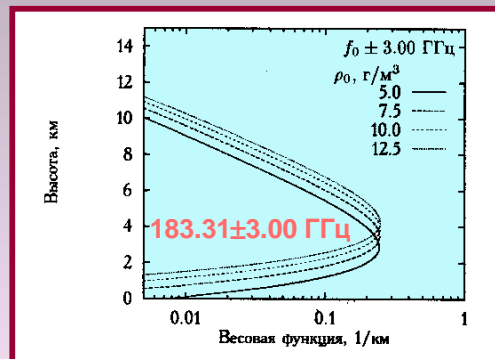
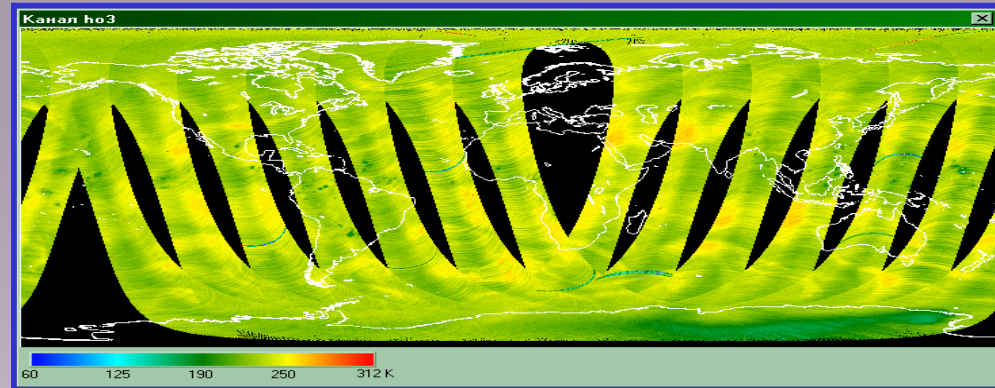
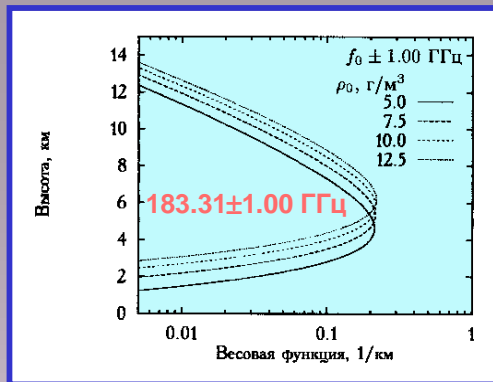
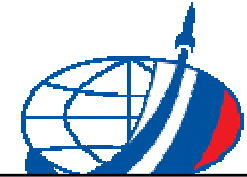


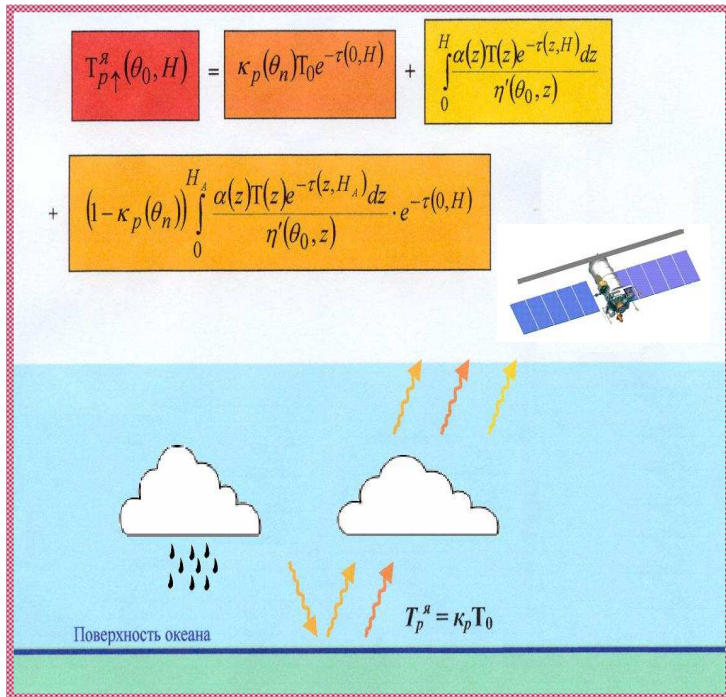
РОСКОСМОС

СВЧ-изображение Земли в канале 91.65 ГГц (ВП)
по данным сканера МТВЗА-ГЯ.
(КА «Метеор-М» №1, 04 ноября 2009г.)



СВЧ-изображение атмосферы Земли по данным зондировщика МТВЗА-ГЯ в диапазоне 183.31 ГГц. (КА «Метеор-М» №1, 07 октября 2009г.)





Полигоны калибровки и валидации данных СВЧ-радиометра МТВЗА-ГЯ КА «Метеор-М» №1

