

# Уточнение характеристик антенной системы МТВЗА-ГЯ на основе повторяющихся наблюдений солнечного диска

А.В. Клитная (1), И.Н. Садовский (2)

(1) МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва

[kl.va2002@mail.ru](mailto:kl.va2002@mail.ru)

(2) Институт космических исследований РАН, Москва

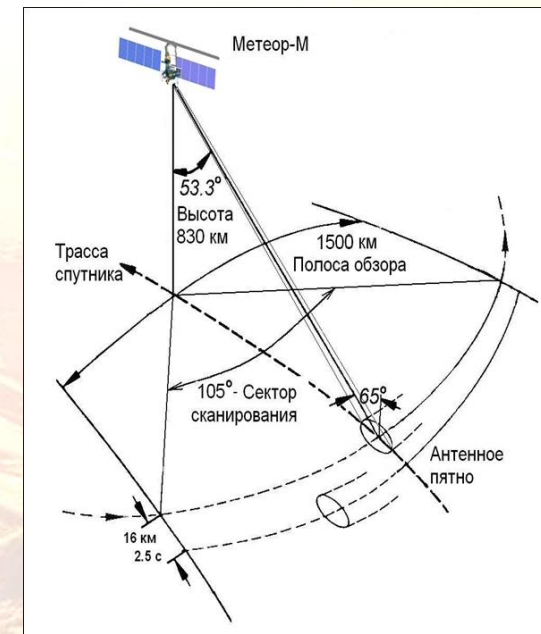
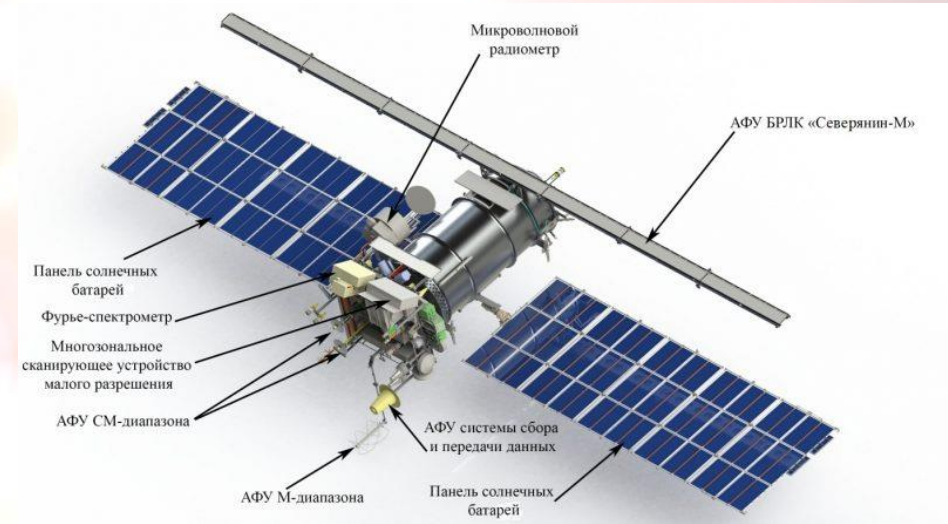
# АКТУАЛЬНОСТЬ

- Высокая востребованность данных спутниковой пассивной радиометрии.
- МТВЗА-ГЯ – единственный российский спутниковый сканирующий радиометр.
- Качество итоговых продуктов ДЗЗ зависит от характеристик антенной системы.
- В наземных условиях определить параметры антенной системы с требуемой точностью – невозможно.



# ОПИСАНИЕ ПРИБОРА

- МТВЗА-ГЯ (Модуль температурно-влажностного зондирования атмосферы), - многочастотный радиометр с коническим типом сканирования.
- Измерения выполняются на 40 каналах в диапазоне частот от 6,9 до 190 ГГц.
- Антенная система МТВЗА-ГЯ представляет собой однозеркальную антенну с боковым облучением параболического зеркала размером 0,67 м.
- Групповой многочастотный антенный облучатель включает четыре рупора, которые оптимизированы в диапазонах 6,9–23,8, 31,5–48, 52–91 и 165–183 ГГц. Оптические оси антенных лучей каналов ориентированы так, чтобы они являлись образующими конуса сканирования с углом при вершине  $53,3^\circ$ . Расхождение антенных лучей, обусловленное применением группового облучателя, лежит в пределах углов  $\pm 6,5^\circ$ .



## ИДЕЯ РАБОТЫ

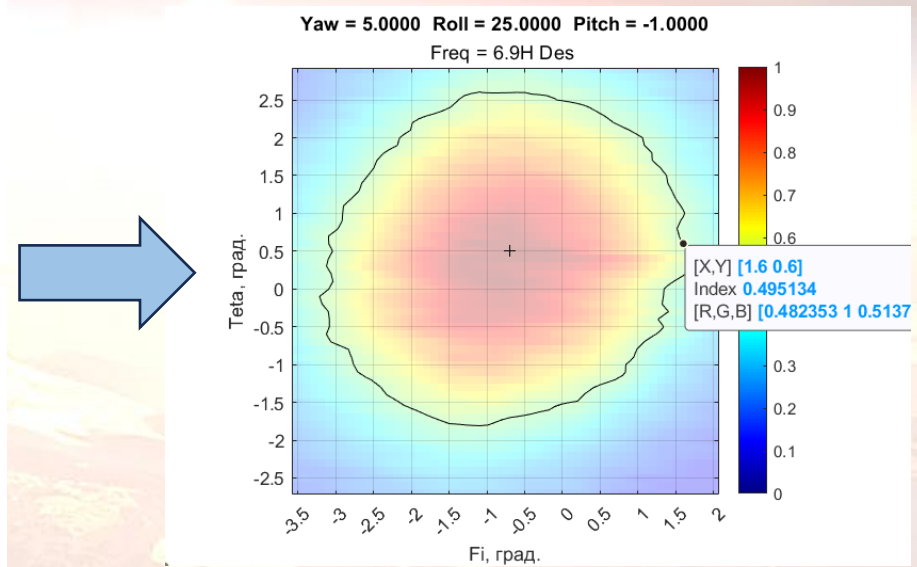
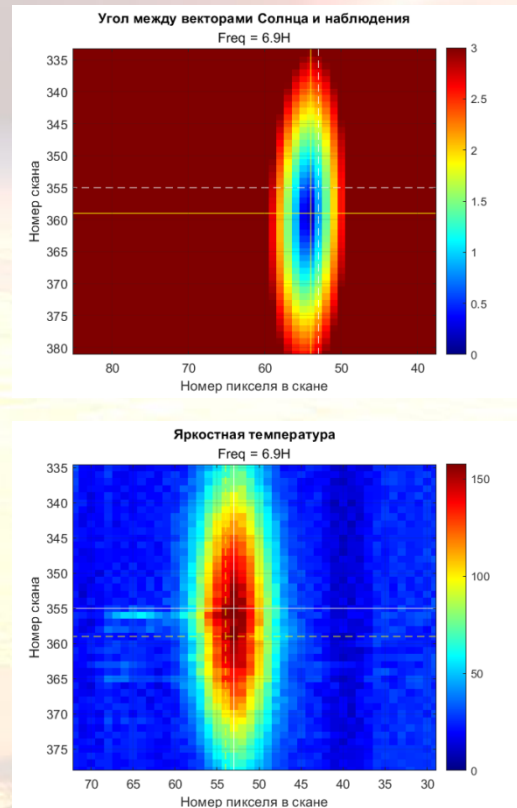
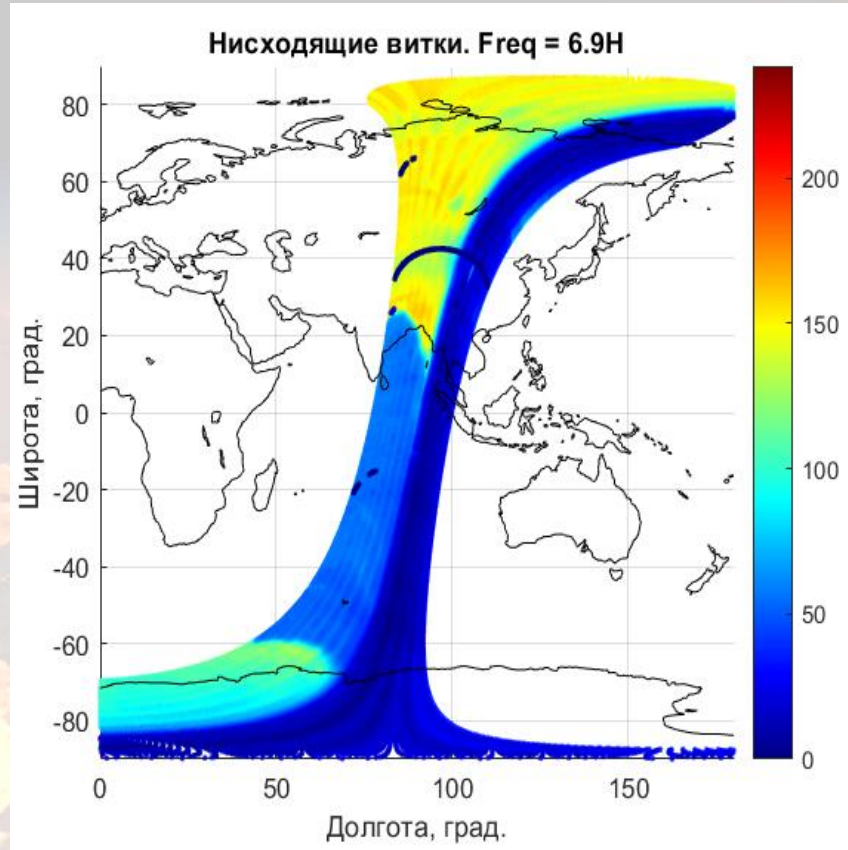
- Во время манёвров спутника-носителя «Метеор-М» №2-4 (крен  $\sim 25^\circ$ ) солнечный диск попадает в поле зрения прибора МТВЗА-ГЯ.
- На рабочих частотах МТВЗА-ГЯ Солнце можно считать удаленным точечным источником стабильного микроволнового излучения.
- Анализ радиотепловых изображений Солнца и его окрестностей позволяет восстановить пространственную диаграмму направленности антенной системы МТВЗА-ГЯ.



# ЭПИЗОДЫ НАБЛЮДЕНИЯ СОЛНЕЧНОГО ДИСКА

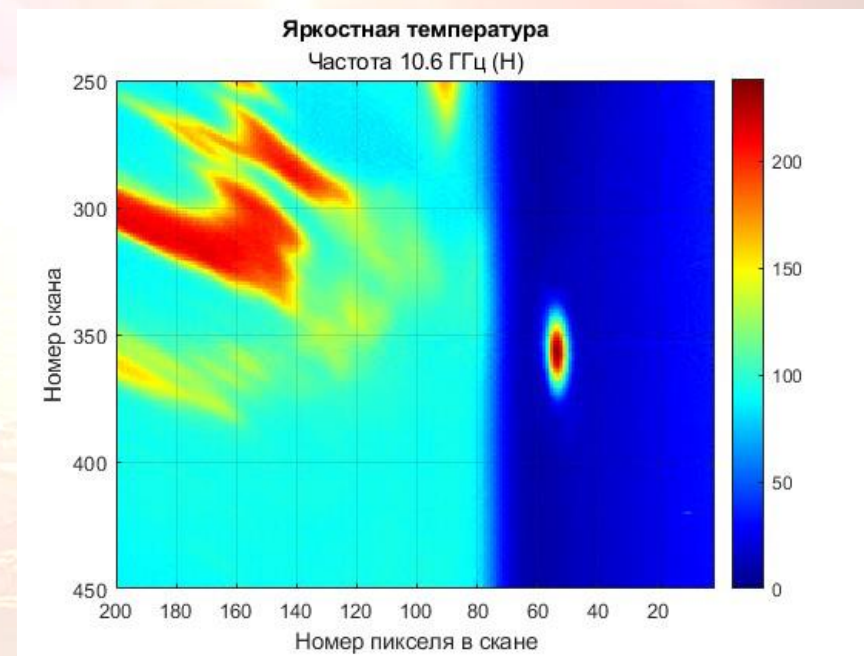
DATE	TIME	S
15.05.2024	23:42:00	[ 0.56650188; 0.75606467; 0.32778321]
16.05.2024	01:24:00	[ 0.56551932; 0.75668360; 0.32805155]
17.05.2024	06:06:00	[0.54881662; 0.76696655; 0.33250960]
17.05.2024	09:28:00	[0.54684327; 0.76815214; 0.33302360]
17.05.2024	19:36:00	[0.54088621; 0.77169436; 0.33455929]
18.05.2024	09:07:00	[0.53289973; 0.77635760; 0.33658099]
19.05.2024	08:45:00	[0.51882658; 0.78434075; 0.34004200]
19.05.2024	09:36:00	[0.51831788; 0.78462382; 0.34016472]
20.05.2024	20:12:00	[0.49746386; 0.79590585; 0.34505592]
21.05.2024	16:28:00	[0.48511873; 0.80229485; 0.34782580]
21.05.2024	18:09:00	[0.48408913; 0.80281819; 0.34805269]
21.05.2024	19:51:00	[0.48304869; 0.80334556; 0.34828132]
23.05.2024	19:07:00	[0.45386397; 0.81754595; 0.35443775]
24.05.2024	03:34:00	[0.44859569; 0.81998998; 0.35549733]
24.05.2024	15:23:00	[0.44120330; 0.82335933; 0.35695807]
24.05.2024	18:45:00	[0.43909185; 0.82430892; 0.35736976]
27.05.2024	15:59:00	[0.39517071; 0.84281053; 0.36539093]
27.05.2024	21:03:00	[0.39192039; 0.84408715; 0.36594439]
28.05.2024	17:19:00	[0.37887233; 0.84908728; 0.36811215]
28.05.2024	22:23:00	[0.37559881; 0.85031066; 0.36864253]

# МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ИЗМЕРЕНИЙ

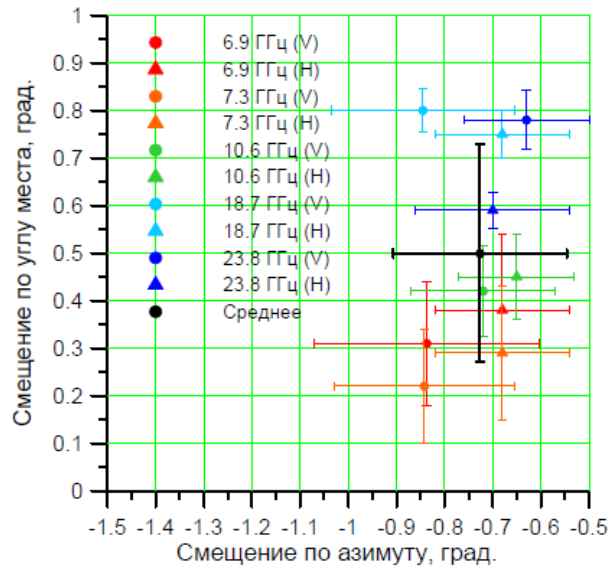


# РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ АНТЕННОЙ СИСТЕМЫ МТВЗА-ГЯ

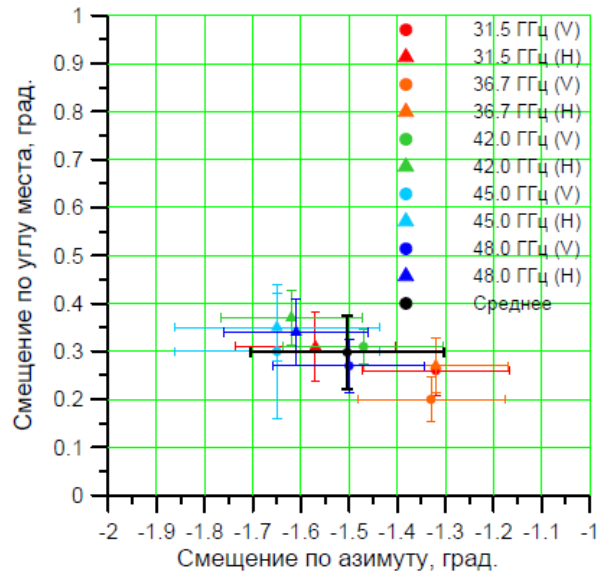
Частота, ГГц	Пол.	N изм.	$\Delta\theta_E^{exp}$ , град.	$\Delta\theta_H^{exp}$ , град.	$\varphi_{max}$ , град.	$\theta_{max}$ , град.	$\overline{\varphi_{max}}$ , град.	$\overline{\theta_{max}}$ , град.
Облучатель №1								
6,9	H	19	4,28	4,52	-0,68±0,14	0,38±0,16	-0,73±0,18	0,50±0,23
6,9	V	19	4,13	4,46	-0,84±0,23	0,31±0,13		
7,3	H	19	4,07	4,51	-0,68±0,14	0,29±0,14		
7,3	V	19	3,98	4,33	-0,84±0,19	0,22±0,12		
10,6	H	20	2,75	3,47	-0,65±0,12	0,45±0,09		
10,6	V	20	2,93	3,40	-0,72±0,15	0,42±0,10		
18,7	H	20	1,97	2,60	-0,68±0,14	0,75±0,05		
18,7	V	20	2,13	2,68	-0,85±0,19	0,80±0,05		
23,8	H	20	1,75	2,35	-0,70±0,16	0,59±0,04		
23,8	V	20	2,08	2,37	-0,63±0,13	0,78±0,06		
Облучатель №2								
31,5	H	20	1,48	2,25	-1,57±0,17	0,31±0,07	-1,50±0,20	0,30±0,08
31,5	V	20	1,41	2,56	-1,32±0,15	0,26±0,05		
36,7	H	20	1,44	2,08	-1,32±0,15	0,27±0,06		
36,7	V	20	1,27	2,48	-1,33±0,15	0,20±0,05		
42	H	20	1,37	1,98	-1,62±0,15	0,37±0,06		
42	V	20	1,10	2,26	-1,47±0,17	0,31±0,04		
45	H	2	1,28	1,85	-1,65±0,21	0,35±0,07		
45	V	2	0,93	1,95	-1,65±0,21	0,30±0,14		
48	H	20	1,20	1,79	-1,61±0,15	0,34±0,07		
48	V	20	1,00	2,14	-1,50±0,16	0,27±0,06		
Облучатель №3								
52	V	20	1,43	2,30	-0,76±0,14	-0,47±0,09	-1,02±0,25	-0,54±0,11
91,65	H	13	1,03	1,60	-1,17±0,13	-0,56±0,15		
91,65	V	13	0,89	1,78	-1,12±0,17	-0,58±0,04		
Облучатель №4								
165	V	1	1,55	2,4	0,30±0,00	0,00±0,00	0,26±0,20	0,00±0,00
183	V	7	1,63	2,5	0,21±0,21	0,00±0,00		



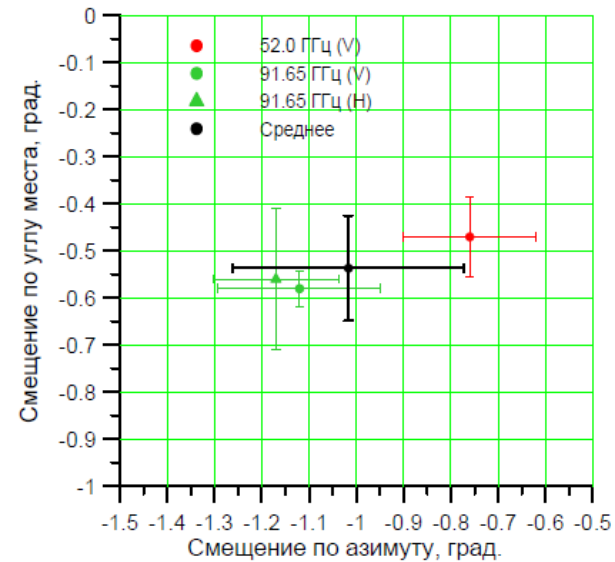
# ВЗАИМНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ ВИЗИРОВАНИЯ ЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ МТВЗА-ГЯ



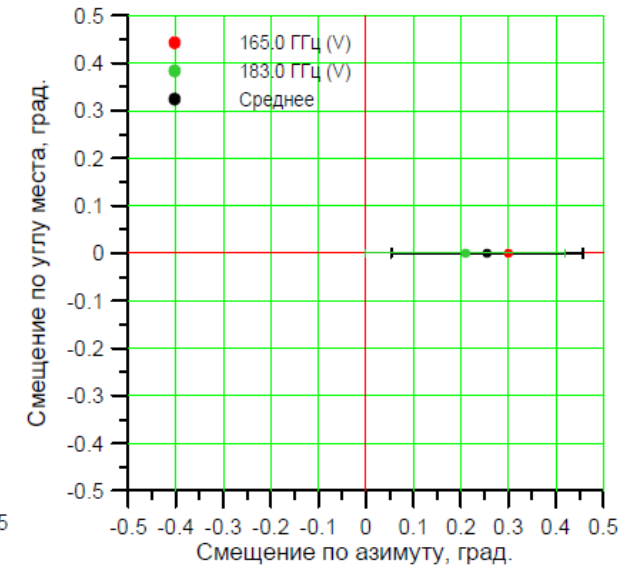
Облучатель №1  
(диапазон 6,9–23,8 ГГц)



Облучатель №2  
(диапазон 31,5–48 ГГц)

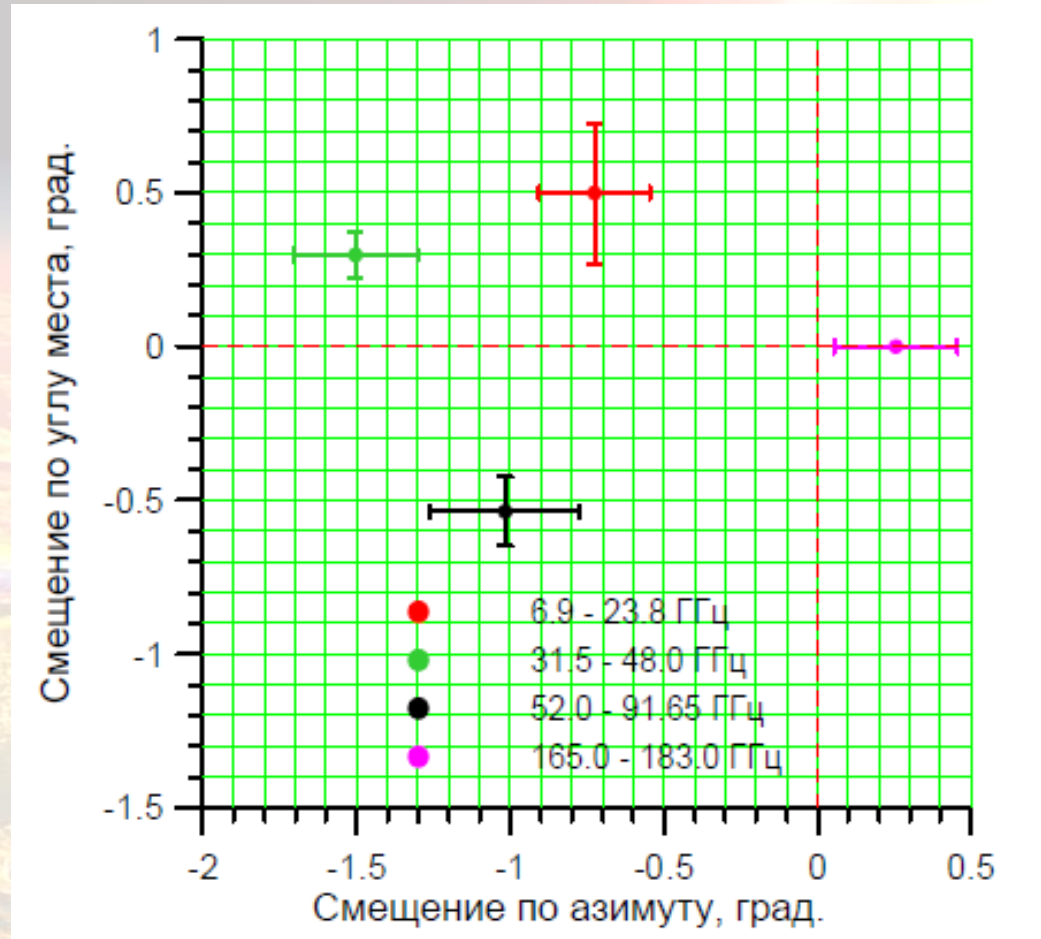


Облучатель №3  
(диапазон 52–91 ГГц)



Облучатель №4  
(диапазон 165–183 ГГц)

# ОБОБЩЕННАЯ ОРИЕНТАЦИЯ ГРУПП ЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ МТВЗА-ГЯ



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Получены статистически обоснованные оценки взаимной ориентации оптических осей визирования всех частотных каналов прибора МТВЗА-ГЯ по данным наблюдений солнечного диска.
- Получено экспериментальное подтверждение предположения о неколлинеарности мгновенных векторов наблюдения прибора на разных частотах.
- Полученные результаты свидетельствуют о необходимости пересмотра существующего алгоритма географической привязки измерений МТВЗА-ГЯ на основе частотно-дифференцированного подхода.
- Впервые надёжно определена ориентация «атмосферных» каналов МТВЗА-ГЯ (45, 52, 165 и 183 ГГц).
- Полученные результаты создают основу для уточнения методик тематической обработки данных рассмотренной версии прибора МТВЗА-ГЯ.



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

Работа выполнена в рамках темы «Мониторинг» (госрегистрация № 122042500031-8)