

# БОРТОВАЯ АППАРАТУРА ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Зайцев А.А.  
Барсуков И.А.  
Ежов С.А.

## ЭКСПЛУАТИРУЕМАЯ АППАРАТУРА

# МНОГОЗОНАЛЬНОЕ СКАНИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ГЕОСТАЦИОНАРНОЕ (МСУ-ГС)



## НАЗНАЧЕНИЕ

Аппаратура предназначена для формирования мультиспектральных данных (полный диск Земли) с геостационарной и высокоэллиптической орбит каждые 15–30 минут в интересах гидрометеорологии.

Данные формируются в 10 спектральных каналах видимого и инфракрасного диапазона излучения. Аппаратура обладает низким пространственным разрешением с угловым эквивалентом в 6 угл. секунд.

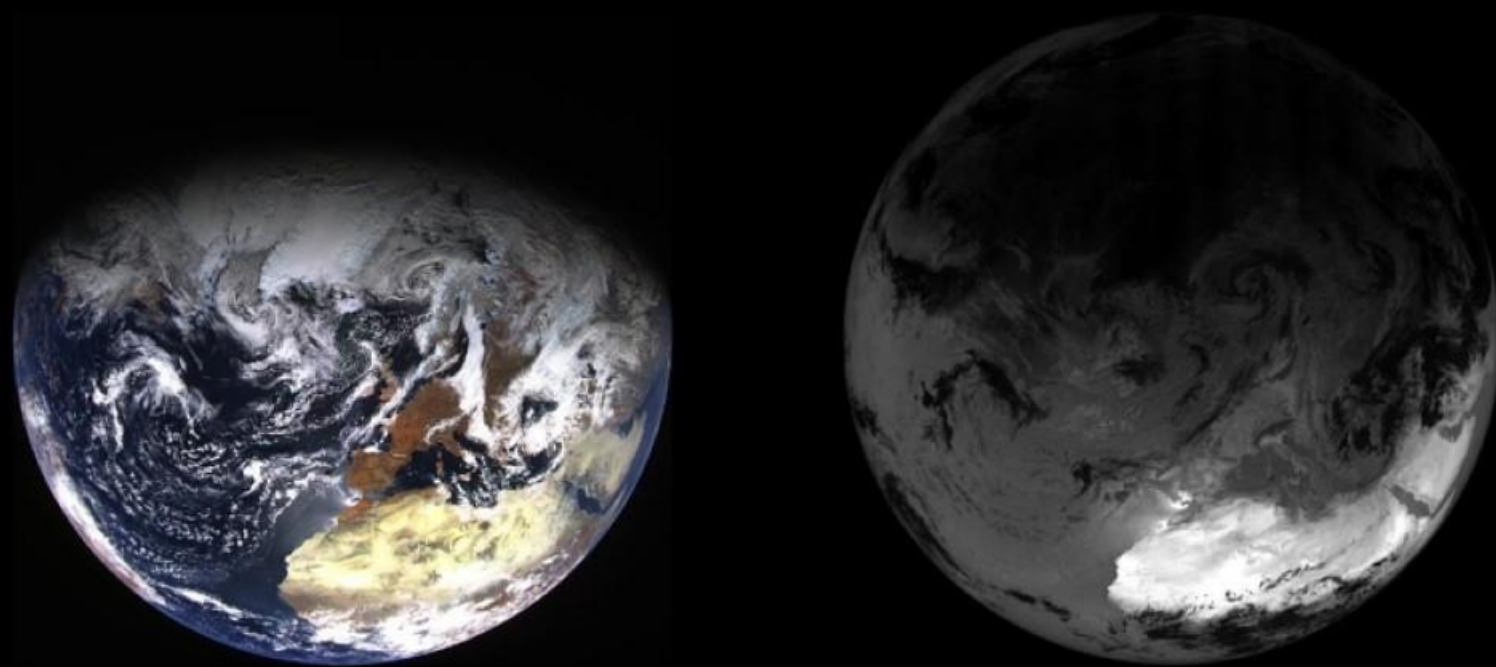
## ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ

- построение карт векторов ветра
- детектирование пожаров
- построение статических и динамических карт облачности, снега, льда, осадков
- определение температуры суши, воды и льда
- определение температуры и высоты верхней границы облачности
- определение концентраций водяного пара и озона в атмосфере
- определение эффективного радиуса частиц и оптической толщины облачности

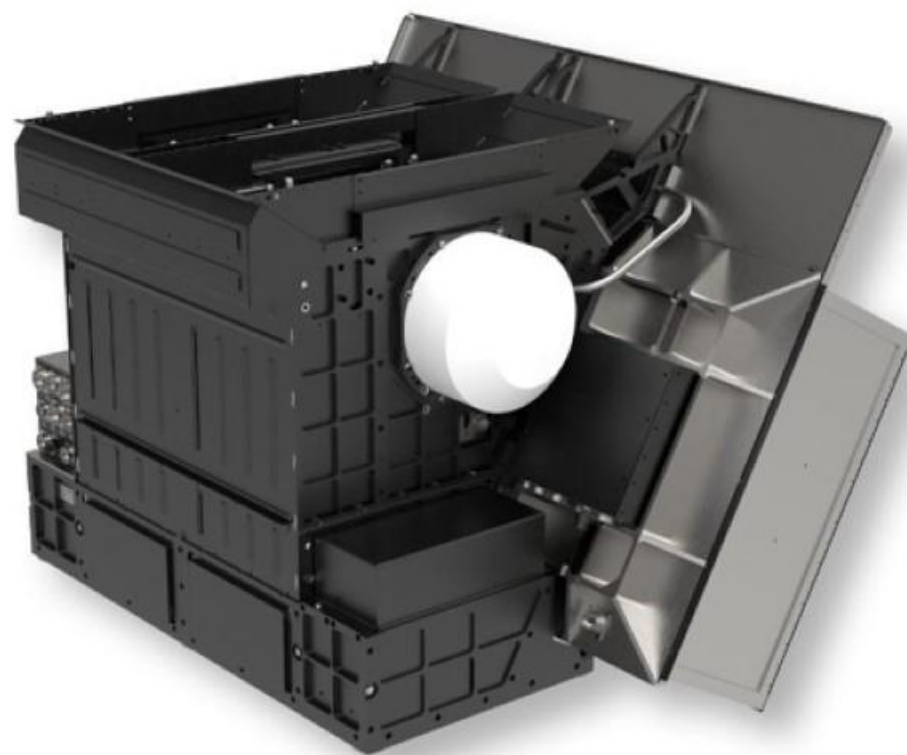
## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ	
Тип орбиты КА	геостационарная	высокоэллиптическая
Высота орбиты КА, км	36 000	32 000 – 40 000 (участок съемки)
Область съемки	полный диск Земли	
Пространственное разрешение в надире (с высоты 36 000 км), км: – в интервале 0,50 – 0,90 мкм – в интервале 3,5 – 12,5 мкм	1,0 4,0	
Спектральные границы каналов, мкм	0,50 – 0,65 0,65 – 0,80 0,80 – 0,90 3,5 – 4,0 5,7 – 7,0 7,5 – 8,5 8,2 – 9,2 9,2 – 10,2 10,2 – 11,2 11,2 – 12,5	
Отношение сигнал/шум в каналах в интервале 0,50 – 0,90 мкм	500	
Эквивалентная шуму разность температур в каналах, К 3,5 – 4,0 мкм 5,7 – 7,0 мкм 7,5 – 8,5 мкм 8,2 – 9,2 мкм 9,2 – 10,2 мкм 10,2 – 11,2 мкм 11,2 – 12,5 мкм	0,30 0,35 0,28 0,28 0,30 0,20 0,20	
Габариты, м	1,1×0,8×0,9	
Энергопотребление, Вт	160	
Информативность, Мбит/с	30	
Масса, кг	170	

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ ОТ МСУ-ГС  
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СУШИ, ВОДЫ  
И АТМОСФЕРЫ**



## МНОГОЗОНАЛЬНОЕ СКАНИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО МАЛОГО РАЗРЕШЕНИЯ (МСУ-МР)



## НАЗНАЧЕНИЕ

Аппаратура предназначена для формирования мультиспектральных данных с низкой солнечно-синхронной орбиты каждые 24 часа (12 часов в инфракрасном диапазоне) в интересах гидрометеорологии.

Данные формируются в 6 спектральных каналах видимого и инфракрасного диапазона излучения. Благодаря высокой чувствительности аппаратура регистрирует тепловые аномалии ("горячие точки") в пределах одного пикселя изображения.

## ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ

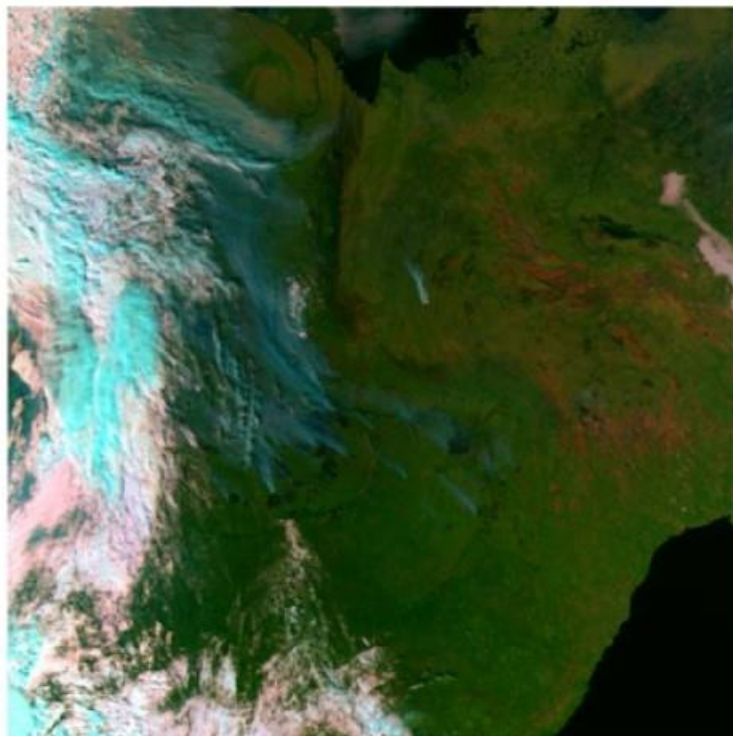
- формирование статических карт облачности, снега, льда, осадков
- определение температуры суши, воды и льда
- определение температуры и высоты верхней границы облачности
- определение эффективного радиуса частиц и оптической толщины облачности
- детектирование пожаров



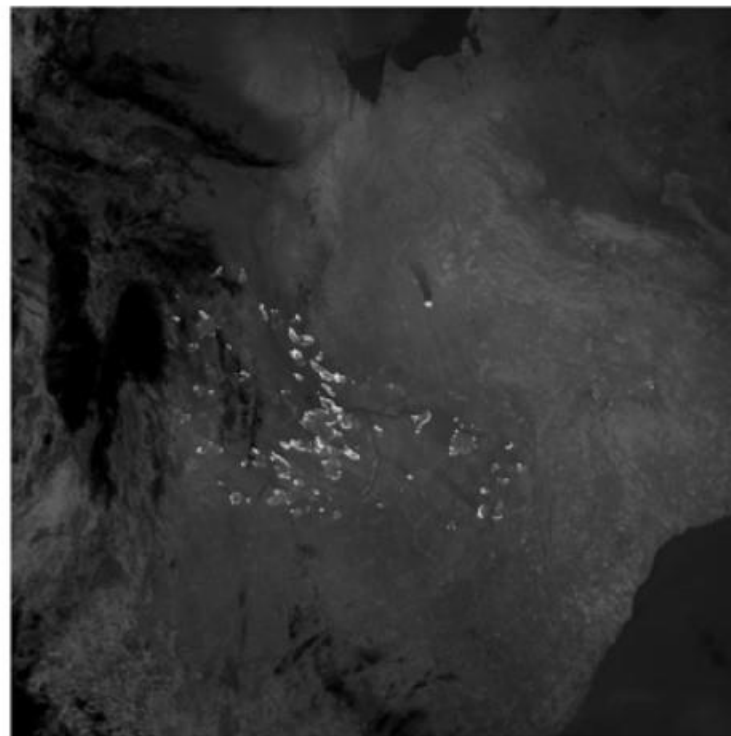
## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
Тип орбиты КА	солнечно-синхронная
Высота орбиты КА, км	832
Полоса захвата (с высоты 832 км), км	2900
Пространственное разрешение в надире (с высоты 832 км), км	1,0
Спектральные границы каналов, мкм	0,5 – 0,7 0,7 – 1,1 1,6 – 1,8 3,5 – 4,1 10,5 – 11,5 11,5 – 12,5
Отношение сигнал/шум в каналах: 0,5 – 0,7 мкм 0,7 – 1,1 мкм 1,6 – 1,8 мкм	200 200 100
Эквивалентная шуму разность температур в каналах, К: 3,5 – 4,1 мкм 10,5 – 11,5 мкм 11,5 – 12,5 мкм	0,50 0,12 0,12
Энергопотребление, Вт	50
Информативность, Мбит/с	1
Габариты, м	0,9×0,7×0,7
Масса, кг	115

СИБИРЬ. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
МОНИТОРИНГА ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ (ПОЖАРЫ)

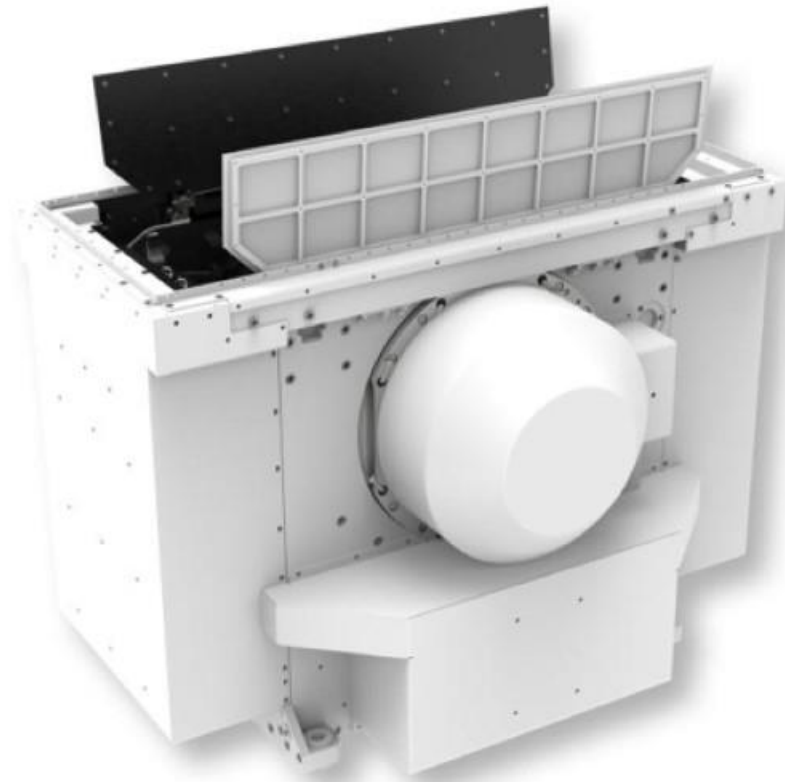


Мультиспектральное изображение данных  
в каналах:  
1,6 – 1,8 мкм; 0,7 – 1,1 мкм; 0,5 – 0,7 мкм



Изображение данных в канале:  
3,5 – 4,1 мкм

## МНОГОЗОНАЛЬНОЕ СКАНИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО СРЕДНЕГО РАЗРЕШЕНИЯ (МСУ-ИК-СРМ)



## НАЗНАЧЕНИЕ

Аппаратура осуществляет съёмку поверхности Земли в инфракрасном диапазоне с низкой солнечно-синхронной орбиты. Данные по всей территории России формируются каждые 12 часов.

Обладает высокой чувствительностью и широкой полосой захвата, что определяет аппаратуру как уникальную в своем классе.

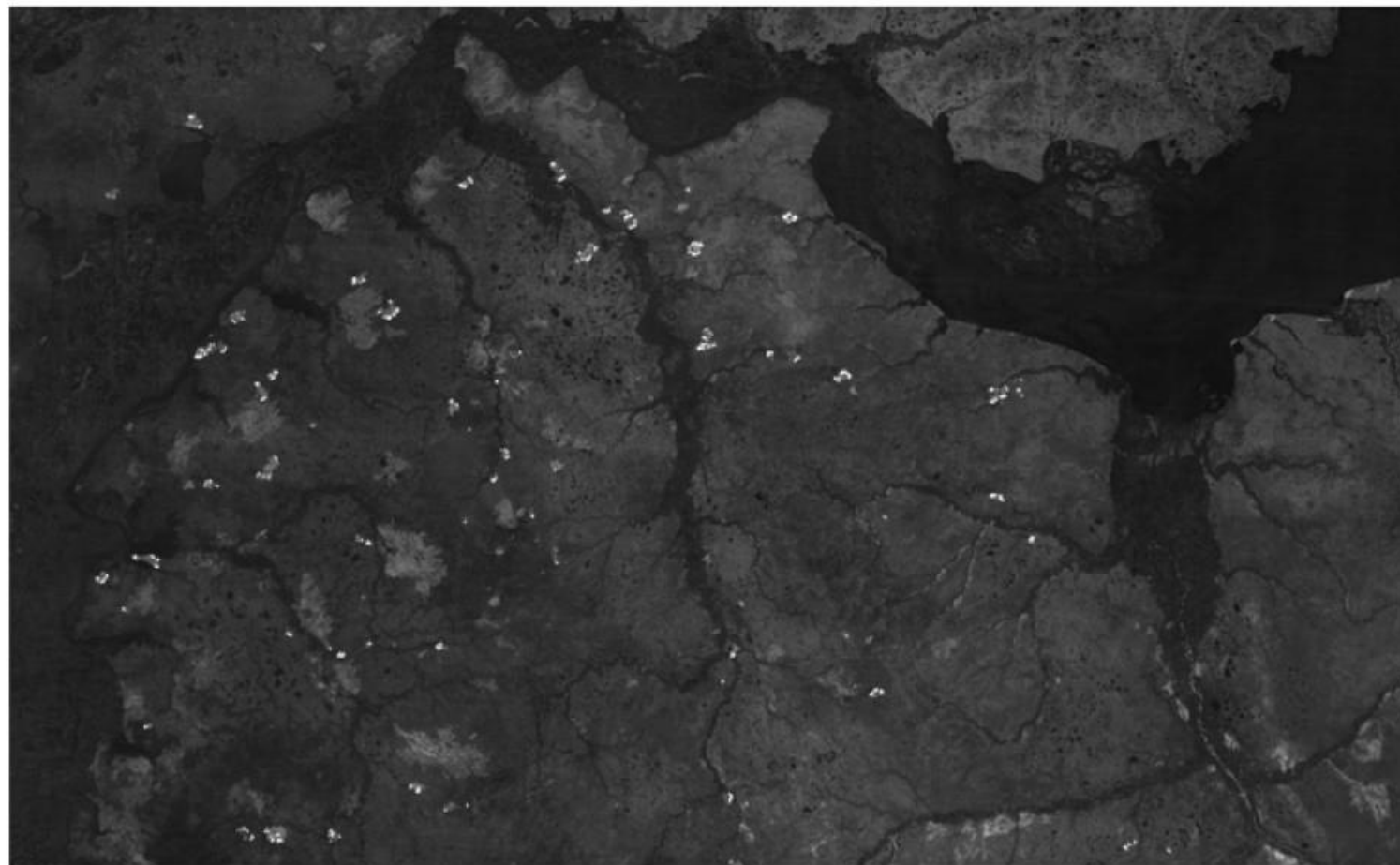
## ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ

- мониторинг техногенных и природных чрезвычайных ситуаций
- обнаружение тепловых аномалий, крупных выбросов загрязняющих веществ в природную среду
- мониторинг облачности
- мониторинг вулканической деятельности
- мониторинг ледовой обстановки

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ (до модернизации)	ЗНАЧЕНИЕ (после модернизации)
Тип орбиты КА	солнечно-синхронная	
Высота орбиты КА, км	510	
Полоса захвата (с высоты 510 км), км	2000	
Пространственное разрешение в надире (с высоты 510 км), м	200	
Спектральные границы каналов, мкм	3,5 – 4,1 8,4 – 9,4	0,84 – 0,90 3,5 – 4,1 8,4 – 9,4
Эквивалентная шуму разность температур в каналах, К: 3,5 – 4,1 мкм 8,4 – 9,4 мкм	0,5 0,2	
Энергопотребление, Вт	100	
Информативность, Мбит/с	7	82
Габариты, м	0,5×0,7×0,6	1,0×0,7×0,7
Масса, кг	80	105

ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ  
(ЯРКИЕ ТОЧКИ – ПОЖАРЫ)



Изображение данных в канале: 3,5 – 4,1 мкм

## МОДУЛЬ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ (МТВЗА-ГЯ)



## НАЗНАЧЕНИЕ

Микроволновый сканер/зондировщик МТВЗА-ГЯ предназначен для информационного обеспечения оперативной гидрометеорологии. Обладает уникальными в своем классе характеристиками.

## ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ

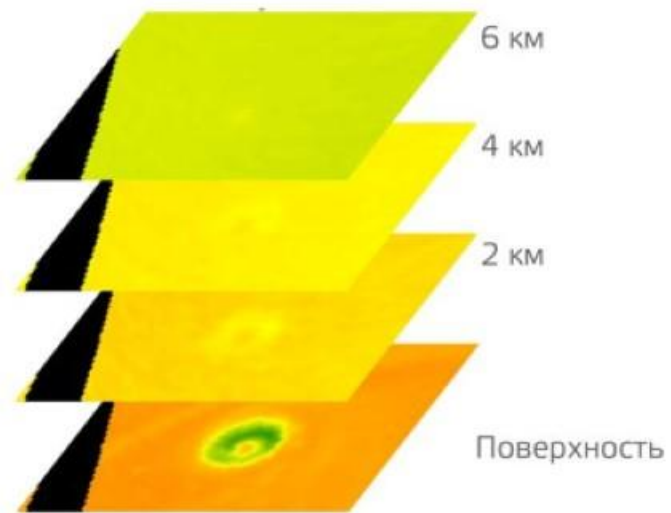
- определение скорости приводного ветра
- определение температуры поверхности океана
- мониторинг ледяного и снежного покровов
- определение вертикальных профилей температуры и влажности атмосферы
- определение интегральной влажности атмосферы, водозапаса облаков, интенсивности осадков
- ранняя диагностика тайфунов и ураганов



## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

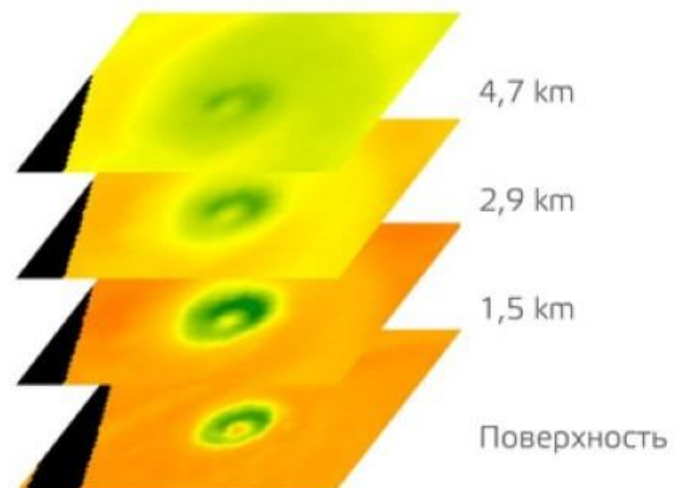
ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
Тип орбиты КА	солнечно-синхронная
Высота орбиты КА, км	832
Диапазон частот, ГГц	10,60 – 183,31
Количество каналов	29
Диаметр антенны, см	65
Тип сканирования	коническое
Угол визирования/падения	53,3°/65,0°
Частота сканирования	24 об./мин.
Полоса обзора, км	1500 (для КА «Метеор-М»), потенциальная 2200
Чувствительность, К/пиксель	0,3 – 1,7
Пространственное разрешение (в зависимости от канала)	от 89×198 км (для каналов 10,6 ГГц) до 9×21 км (для каналов 183,31 ГГц)
Режим работы	непрерывный
Информативность, Кбит/с	35
Среднее энергопотребление, Вт	80
Габариты, мм	624×598 основание, 1331 высота
Масса, кг	94

### ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ АТМОСФЕРЫ



Изображение вертикального температурного профиля атмосферы.  
Тайфун Ларри (август 2021 г.)  
На высоте 6 км, 4 км, 2 км

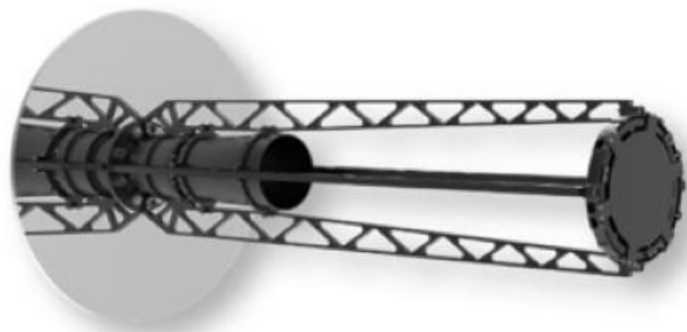
### ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ ВЛАЖНОСТИ АТМОСФЕРЫ



Изображение вертикального профиля влажности атмосферы.  
Тайфун Ларри (август 2021 г.)  
На высоте 4,7 км, 2,9 км, 1,5 км

## ПЕРСПЕКТИВНАЯ АППАРАТУРА

# МНОГОЗОНАЛЬНОЕ СКАНИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ МОДЕРНИЗИРОВАННОЕ (МСУ-ВР-М)



## НАЗНАЧЕНИЕ

Аппаратура специально спроектирована под установку на малые космические аппараты для формирования высокодетальных данных наблюдения поверхности Земли в видимом диапазоне с пространственным разрешением на местности меньше 1 м.

Конструкция камеры позволяет получить широкое поле обзора при малых габаритах оптической системы, отличается высокой стабильностью при воздействии внешних факторов.

## ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ

- крупномасштабное картографирование
- обнаружение малоразмерных объектов
- получение 3D-изображений местности

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
Тип орбиты КА	солнечно-синхронная
Высота орбиты КА, км	500
Полоса захвата (с высоты 500 км), км	12
Пространственное разрешение в надире (с высоты 500 км), м	0,53
Количество каналов	4
Спектральный диапазон, мкм	0,4 – 0,9
Энергопотребление, Вт	120
Информативность, Гбит/с	20
Габариты, м	1,4×0,7×0,7
Масса, кг	90

# МИКРОВОЛНОВЫЙ РАДИОМЕТР ОПЕРАТИВНОЙ ОКЕАНОГРАФИИ (МИРОО)



## НАЗНАЧЕНИЕ

Микроволновый радиометр оперативной океанографии предназначен для выполнения задач глобального спутникового мониторинга поверхности океана, океанографических явлений и пространственно-временной изменчивости океана в 16 диапазонах радиоизлучения Земли.

Обладает уникальной чувствительностью для приборов в своем классе.

## ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ

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

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ (ПРЕДВАРИТЕЛЬНО)
Диапазон, ГГц	6,9      23,8      42      91,65
	7,3      31,5      45      165,5
	10,6      34      48      183,3
	18,7      36,5      52 - 57      220
Количество каналов	45
Апертура антенны, м	1
Пространственное разрешение, км	9 - 160
Чувствительность, К/пиксель	0,3 - 0,9
Полоса обзора, км	2200
Сканирование	коническое, круговое
Период сканирования, с	2,5
Объем ЗУ, Мб	512
Информативность, Кбит/с	70
Энергопотребление, Вт	95
Габариты, мм	540 высота, 1034 диаметр
Масса, кг	120

# МИКРОВОЛНОВЫЙ ЛИМБОВЫЙ РАДИОМЕТР (МЛР-ГМ)



## НАЗНАЧЕНИЕ

Прибор предназначен для получения данных о концентрации малых газовых составляющих в верхней тропосфере, стратосфере и мезосфере (парниковых газов)

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

- $\text{CH}_3\text{OH}$  – метанол (107.014 ГГц)
- $\text{CO}$  – угарный газ (115.271 ГГц)
- $\text{HCN}$  – цианистый водород (177.261 ГГц)
- $\text{HNO}_3$  – азотная кислота (181.595 ГГц)
- $\text{H}_2\text{O}$  – водяной пар (183.310 ГГц)
- $\text{N}_2\text{O}$  – закись азота (200.975 ГГц)
- $\text{ClO}$  – монооксид хлора (204.352 ГГц)
- $\text{O}_3$  – озон (206.132 ГГц)



ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ (ПРЕДВАРИТЕЛЬНО)
Рабочий диапазон частот, ГГц	100÷210
Количество спектральных каналов	10
Горизонтальный размер пикселя, км	10÷15
Апертура антенны, м	0,7
Сканирование атмосферы в пределах тангенциальных высот, км	10÷90
Чувствительность, К/пиксель	0,5÷1,6
Информационный поток, Кбит/с	65
Потребление, не более, Вт	45
Габариты, мм	908×956×1260
Масса, не более, кг	40

# БОРТОВАЯ АППАРАТУРА ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Зайцев А.А.  
Барсуков И.А.  
Ежов С.А.