

# Развитие аппаратуры ДЗЗ серии МСУ-МР в части повышения точности радиометрических измерений и расширения ее функциональных возможностей

Бадаев К.В.  
Гектин Ю.М.  
Гулин Ю.Ю.  
Зайцев А.А.  
Максин В.Н.  
Пузаков Н.П.  
Сахаров В.Н.  
Серебряков Д.С.  
Смелянский М.Б.  
Фролов А.Г.



# МСУ-МР (КА Метеор-М)

№ — Год запуска — Статус

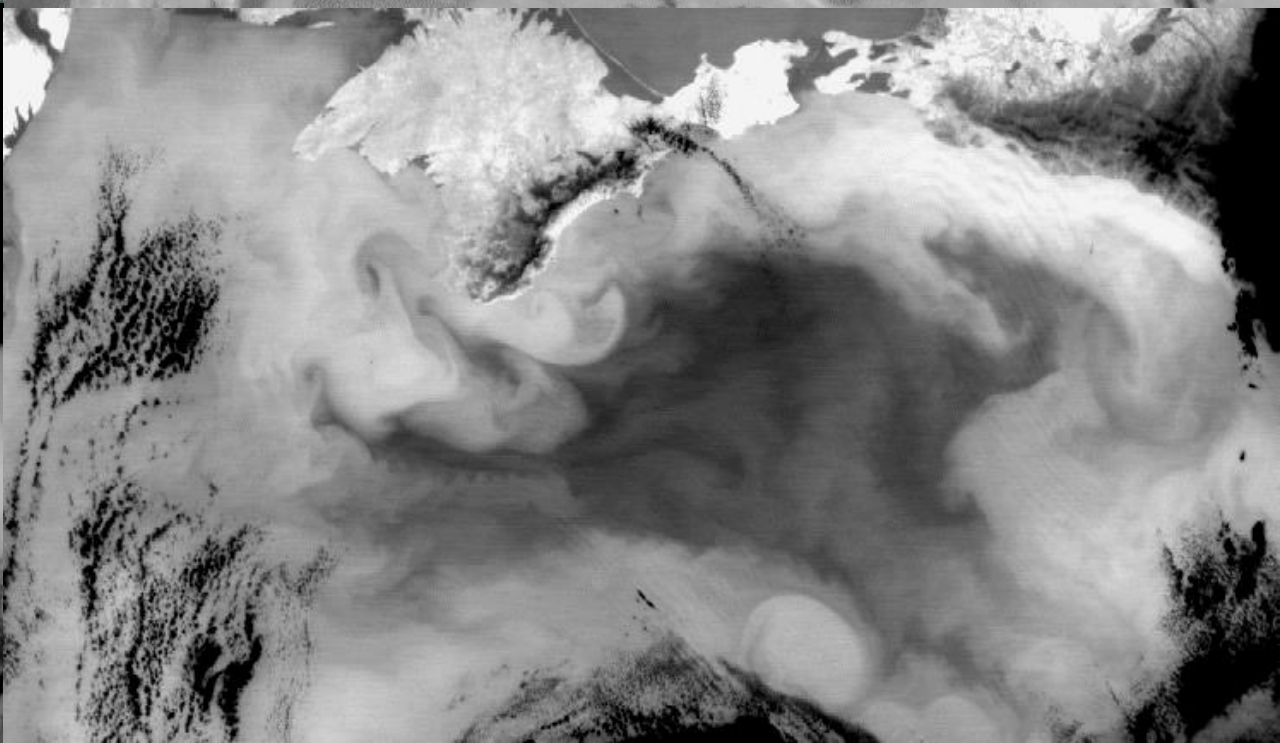
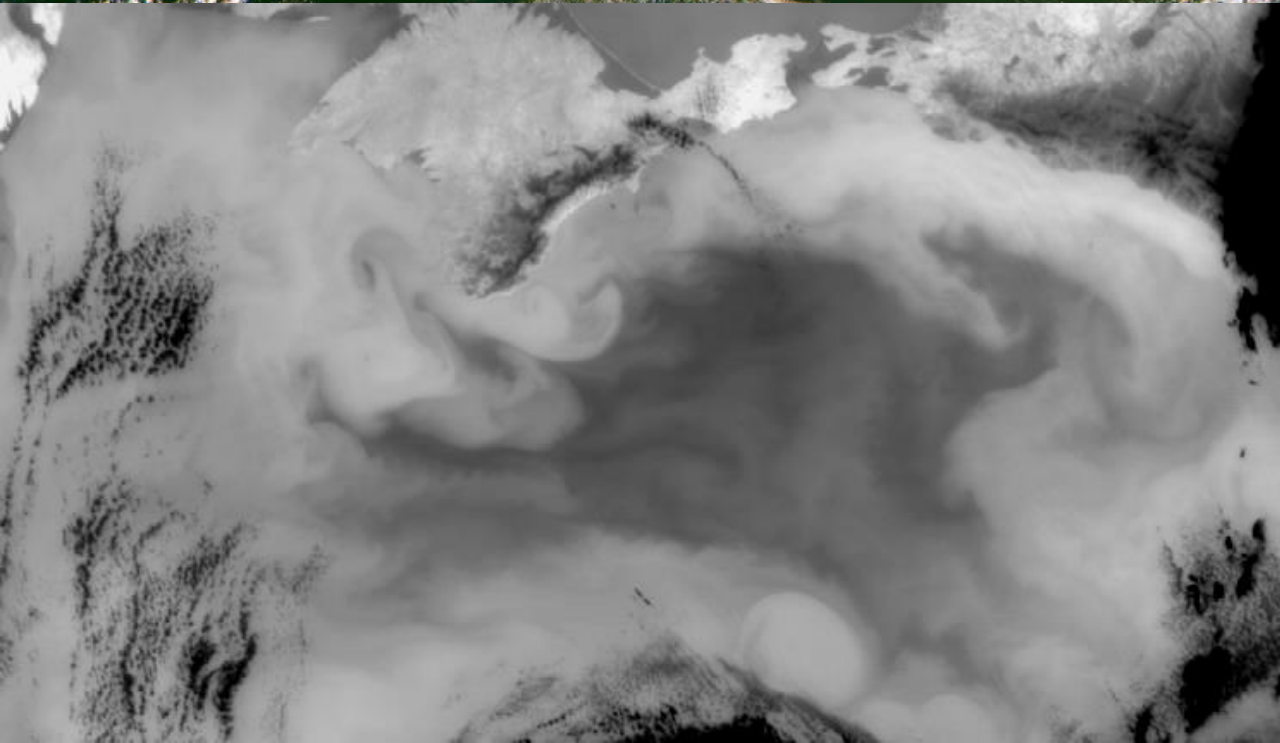
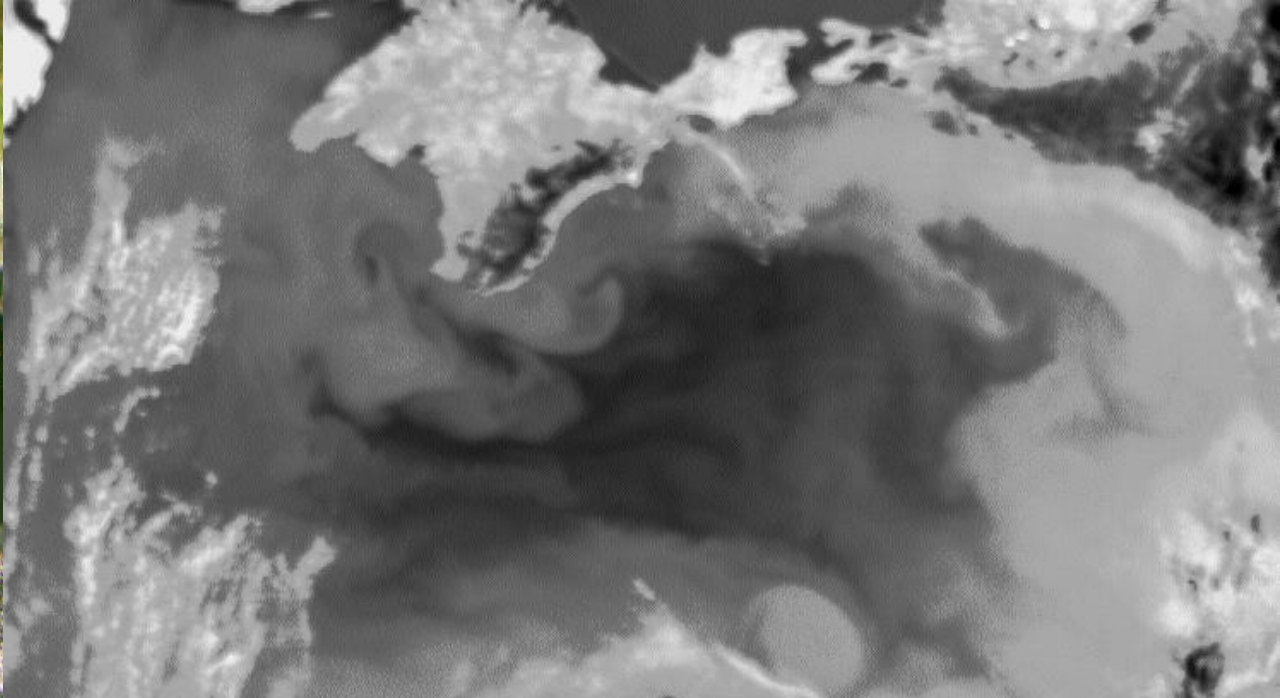
№ 1	—	2009 г.	—	отработал САС
№ 2	—	2014 г.	—	функционирует
№ 2-1	—	2017 г.	—	потеря КА
№ 2-2	—	2019 г.	—	функционирует



# Основные характеристики МСУ-МР

Наименование параметра	Значение
Средняя высота орбиты, км	832
Полоса обзора в направлении, перпендикулярном направлению полета КА, км	2900
Линейное разрешение на поверхности в подспутниковой точке, км	1,0
Количество каналов	6
Границы спектральных диапазонов в каналах № 1–6, 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
Разрядность выходного сигнала, бит	10

Наименование параметра	Значение
Диапазон измеряемых эффективных яркостей в каналах № 1–3, Вт/(м <sup>2</sup> ·ср):	
• 0,5–0,7 мкм	0–85
• 0,7–1,1 мкм	0–71
• 1,6–1,8 мкм	0–10
Отношение сигнал/шум в каналах № 1–3:	
• 0,5–0,7 мкм	1000
• 0,7–1,1 мкм	800
• 1,6–1,8 мкм	600
Диапазон измеряемых радиационных температур в каналах № 4–6, К:	
• 3,5–4,1 мкм	220–380
• 10,5–11,5 мкм	190–320
• 11,5–12,5 мкм	190–320
Эквивалентная шуму разность температур на уровне 300 К в каналах № 4–6, К:	
• 3,5–4,1 мкм	0,06
• 10,5–11,5 мкм	0,06
• 11,5–12,5 мкм	0,07



# **Модернизация аппаратуры МСУ-МР для КА «Метеор-М» № 2-2**

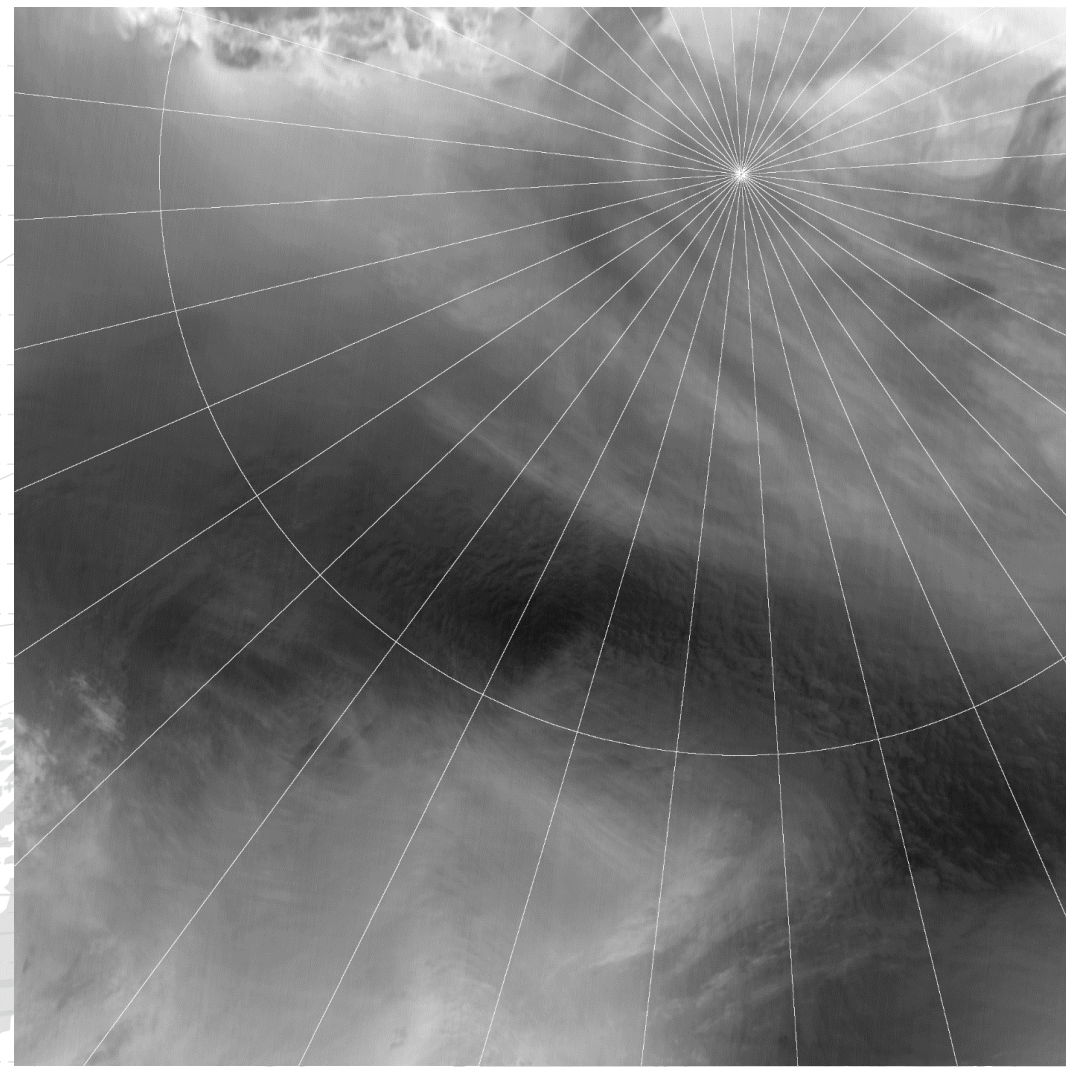
- **Оптимизация границ диапазона измеряемых температур в каналах № 4–6**
- Дистанционное регулирование параметров электронных трактов формирования сигнала и температур имитаторов абсолютно черного тела
- Усовершенствованная методика фокусировки каналов № 4–6 аппаратуры МСУ-МР в наземных условиях

<b>Диапазон измеряемых радиационных температур в каналах № 4–6, К:</b>	<b>до МСУ-МР № 2-2</b>	<b>начиная с МСУ-МР № 2-2</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3,5–4,1 мкм</li> <li>• 10,5–11,5 мкм</li> <li>• 11,5–12,5 мкм</li> </ul>	<p style="text-align: center;">220–320</p> <p style="text-align: center;">220–320</p> <p style="text-align: center;">220–320</p>	<p style="text-align: center;">220–380</p> <p style="text-align: center;">190–320</p> <p style="text-align: center;">190–320</p>

**3,5–4,1 мкм**



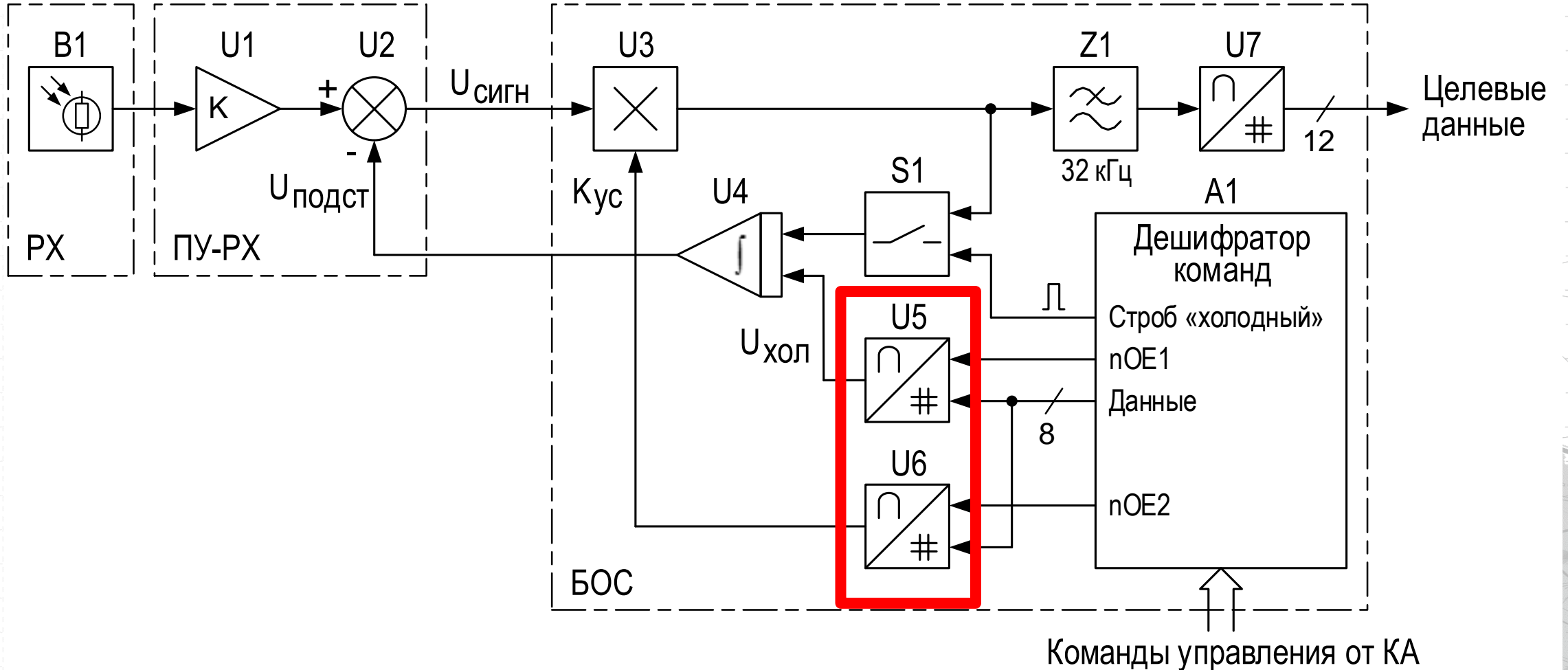
**10,5–11,5 мкм**



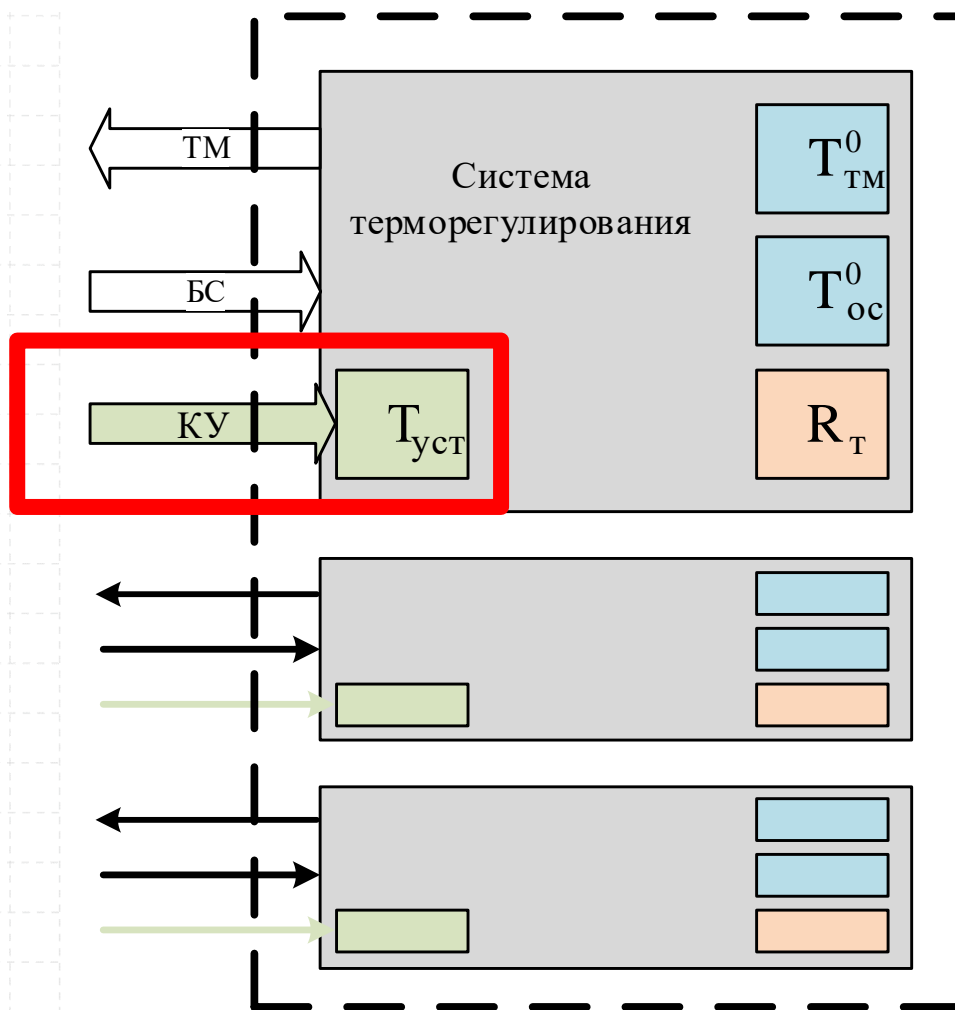


- Оптимизация границ диапазона измеряемых температур в каналах № 4–6
- **Дистанционное регулирование параметров электронных трактов формирования сигнала и температур имитаторов абсолютно черного тела**
- Усовершенствованная методика фокусировки каналов № 4–6 аппаратуры МСУ-МР в наземных условиях

# Функциональная схема аналоговых трактов аппаратуры МСУ-МР 2-2



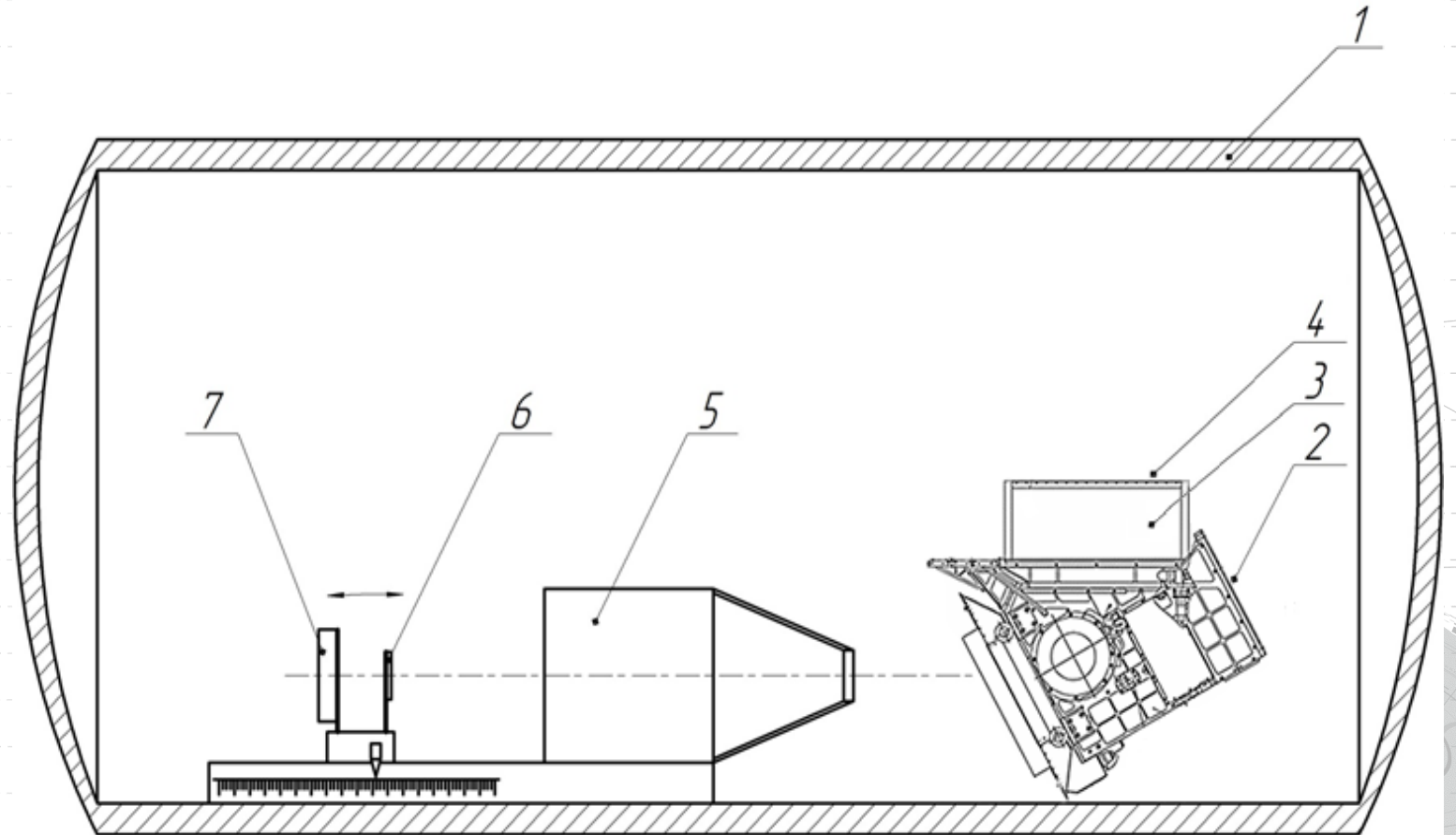
# Функциональная схема блока имитатора абсолютно черного тела аппаратуры МСУ-МР 2-2



- Оптимизация границ диапазона измеряемых температур в каналах № 4–6
- Дистанционное регулирование параметров электронных трактов формирования сигнала и температур имитаторов абсолютно черного тела
- Усовершенствованная методика фокусировки каналов № 4–6 аппаратуры МСУ-МР в наземных условиях

## Схема усовершенствованной лабораторной фокусировки каналов № 4–6 аппаратуры МСУ-МР

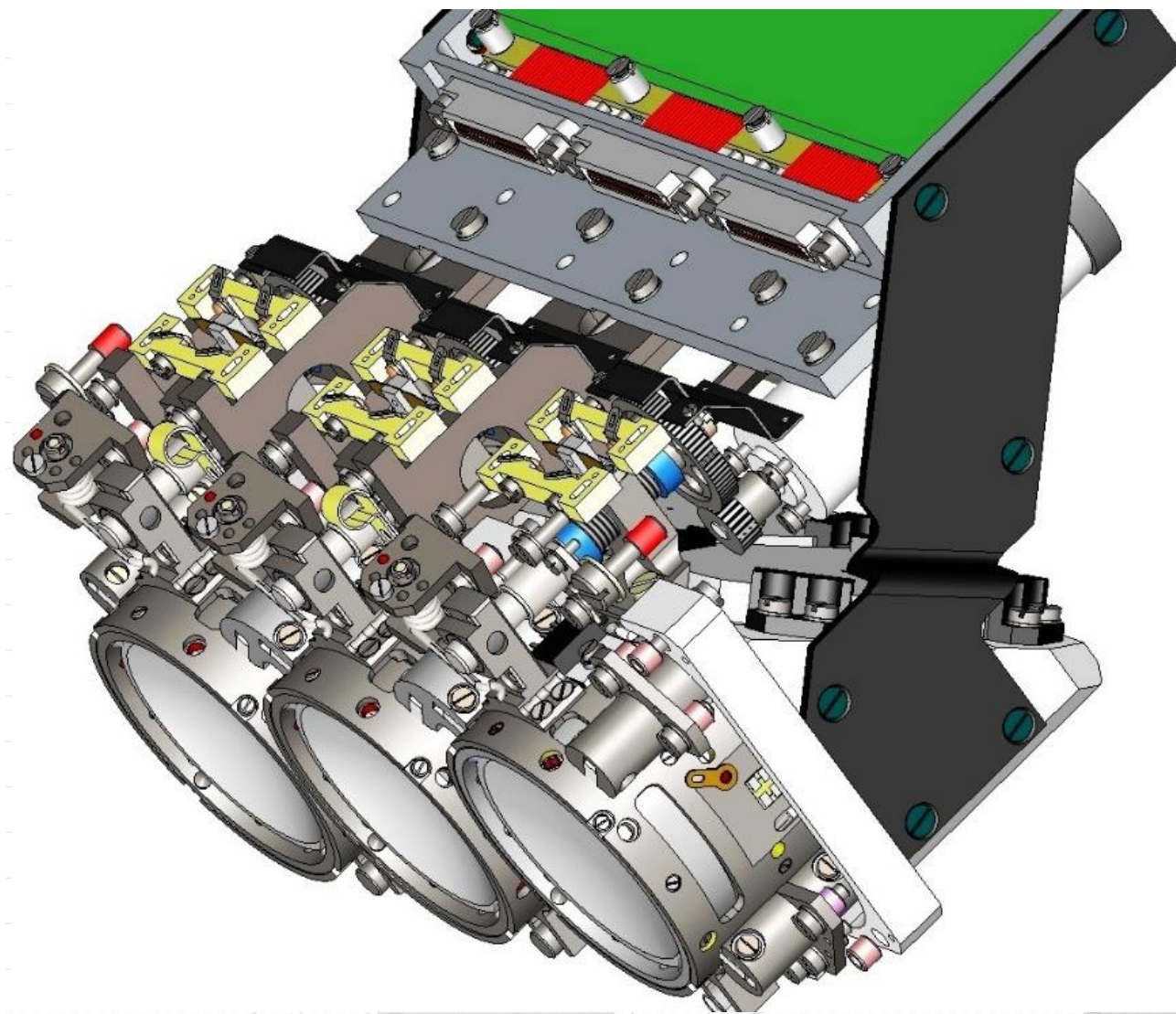
- 1 — камера пониженного давления
- 2 — аппаратура МСУ-МР
- 3 — фокальная плоскость объективов каналов № 4–6
- 4 — радиационный холодильник МСУ-МР
- 5 — коллиматор
- 6 — штриховая мира
- 7 — имитатор АЧТ



# **Модернизация аппаратуры МСУ-МР для КА «Метеор-М» № 2-3**

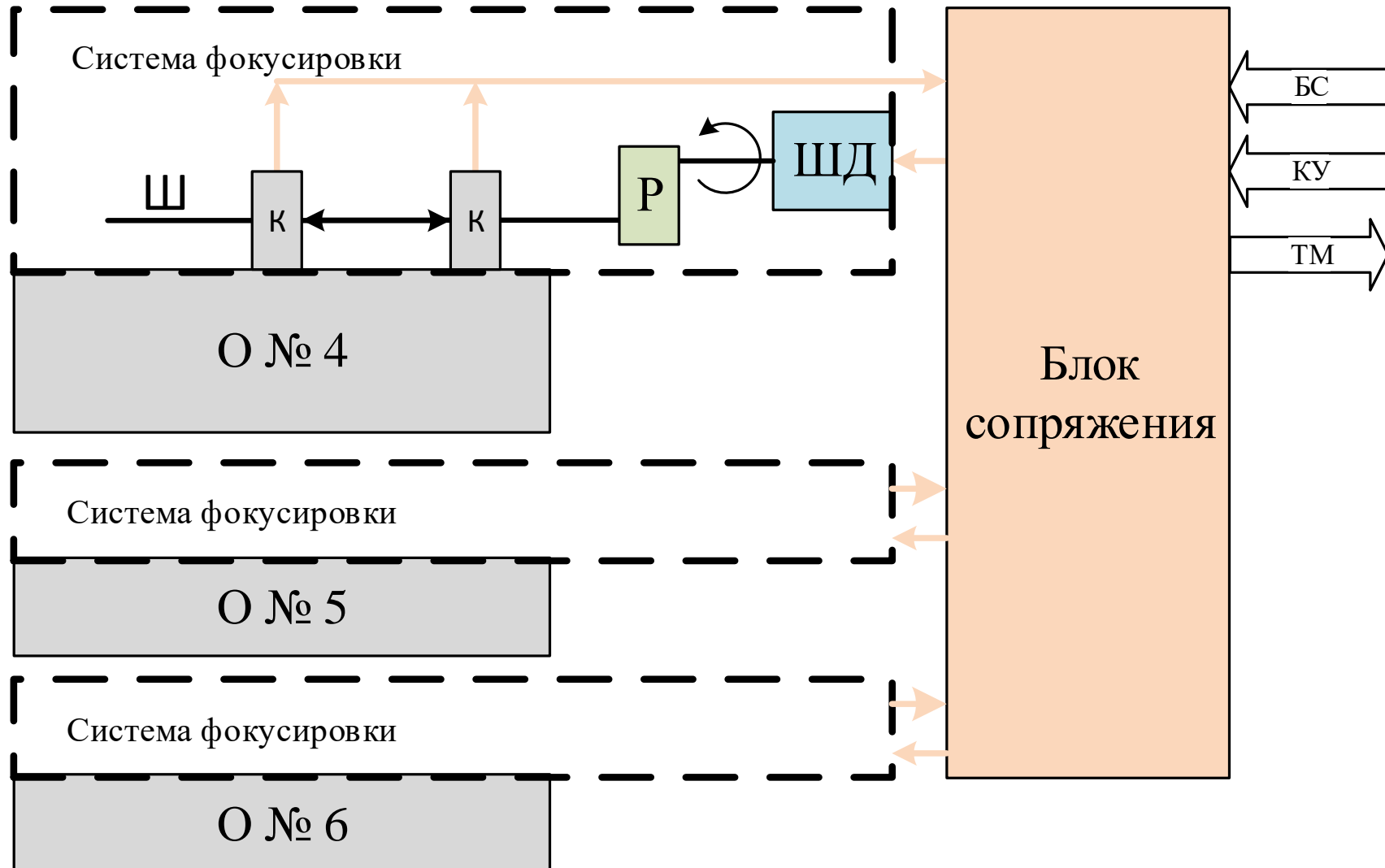
- Дистанционная фокусировка каналов № 4–6
- Доработка радиатора «холодного», имитатора абсолютно черного тела
- Сохранение настроек ЦАП
- Переход от подстройки уровня «холодного» к подстройке уровня «горячего»
- Изменение типа калибровочных ламп системы калибровки каналов № 1–3 и режима их работы
- Экспериментальный режим «кругового обзора»

## 3D-модель блока объективов каналов № 4–6 с системой фокусировки





# Функциональная схема блока фокусировки каналов № 4–6



- Дистанционная фокусировка каналов № 4–6
- **Доработка радиатора «холодного» имитатора абсолютно черного тела**
- Сохранение настроек ЦАП
- Переход от подстройки уровня «холодного» к подстройке уровня «горячего»
- Изменение типа калибровочных ламп системы калибровки каналов № 1–3 и режима их работы
- Экспериментальный режим «кругового обзора»

- Дистанционная фокусировка каналов № 4–6
- Доработка радиатора «холодного», имитатора абсолютно черного тела
- **Сохранение настроек ЦАП**
- Переход от подстройки уровня «холодного» к подстройке уровня «горячего»
- Изменение типа калибровочных ламп системы калибровки каналов № 1–3 и режима их работы
- Экспериментальный режим «кругового обзора»

- Дистанционная фокусировка каналов № 4–6
- Доработка радиатора «холодного», имитатора абсолютно черного тела
- Сохранение настроек ЦАП
- **Переход от подстройки уровня «холодного» к подстройке уровня «горячего»**
- Изменение типа калибровочных ламп системы калибровки каналов № 1–3 и режима их работы
- Экспериментальный режим «кругового обзора»

- Дистанционная фокусировка каналов № 4–6
- Доработка радиатора «холодного», имитатора абсолютно черного тела
- Сохранение настроек ЦАП
- Переход от подстройки уровня «холодного» к подстройке уровня «горячего»
- **Изменение типа калибровочных ламп системы калибровки каналов № 1–3 и режима их работы**
- Экспериментальный режим «кругового обзора»

- Дистанционная фокусировка каналов № 4–6
- Доработка радиатора «холодного», имитатора абсолютно черного тела
- Сохранение настроек ЦАП
- Переход от подстройки уровня «холодного» к подстройке уровня «горячего»
- Изменение типа калибровочных ламп системы калибровки каналов № 1–3 и режима их работы
- **Экспериментальный режим «кругового обзора»**

# **Перспективы дальнейшей модернизации аппаратуры серии МСУ-МР**

- Доработка «холодного» имитатора абсолютно черного тела и его радиатора
- Дистанционное изменение и сохранение всех настроек блока управления и обработки сигнала.
- ...



- Доработка «холодного» имитатора абсолютно черного тела и его радиатора
- **Дистанционное изменение и сохранение всех настроек блока управления и обработки сигнала.**
- ...

- Доработка «холодного» имитатора абсолютно черного тела и его радиатора
- Дистанционное изменение и сохранение всех настроек блока управления и обработки сигнала.
- ■ ■ ■

**Полный текст выступления будет опубликован в журнале  
«Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы»  
2020, том 7, выпуск 4**

# Развитие аппаратуры ДЗЗ серии МСУ-МР в части повышения точности радиометрических измерений и расширения ее функциональных возможностей

Бадаев К.В.  
Гектин Ю.М.  
Гулин Ю.Ю.  
Зайцев А.А.  
Максин В.Н.  
Пузаков Н.П.  
Сахаров В.Н.  
Серебряков Д.С.  
Смелянский М.Б.  
Фролов А.Г.

