



ОПТИКО-ФИЗИЧЕСКИЙ

О Т Д Е Л

Институт космических исследований Российской академии наук

РУКОВОДСТВО ОТДЕЛА

Оптико-физический отдел ИКИ РАН (ОФО ИКИ) сформировался как самостоятельное подразделение в самом начале 70-х годов прошлого века. На протяжении всей своей истории отдел, участвуя в решении фундаментальных проблем космических исследований, занимался прикладными задачами, добиваясь в каждой из них получения практических результатов.

Создал и возглавлял отдел с 1973 по 1988 год Ян Львович Зиман, участник Великой Отечественной войны, кавалер 4 боевых орденов и 14 медалей, почетный штурман гражданской авиации, лауреат Государственной премии СССР, заслуженный деятель науки России, доктор технических наук, профессор.



Зиман Ян Львович
(1922–2009)



Бессонов
Роман Валерьевич

заведующий отделом,
кандидат технических наук,
зам. главного конструктора.
Возглавляет отдел с 2010 года



Аванесов
Генрих Аронович

главный научный сотрудник,
доктор технических наук,
профессор, заслуженный
деятель науки РФ, Лауреат
Ленинской премии. Возглавлял
отдел с 1988 до 2003 года



Форш
Анатолий Анатольевич

ведущий научный сотрудник,
кандидат физико-математических
наук, Лауреат Государственной
премии. Возглавлял отдел с 2003
до 2010 год



ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТ

Разработка методов и средств для проведения фундаментальных и прикладных космических исследований:

- ориентации и навигации летательных аппаратов в околоземном и межпланетном космическом пространстве
- съемки поверхности Земли, планет и малых тел Солнечной системы с борта летательных и посадочных аппаратов
- наведения космических аппаратов и научных инструментов на объекты исследования в интересах дистанционного зондирования, астрономии и астрофизики

В предшествующие десятилетия ОФО ИКИ принял участие в разработке и реализации многих космических проектов в области:

- исследования планет и малых тел Солнечной системы с помощью автоматических межпланетных станций Луноход 1, 2, Венера-Галлей 1, 2, Фобос, Марс-96, Фобос-Грунт
- исследования Земли и околоземного космического пространства с борта пилотируемых кораблей и орбитальных станций Союз 12, Салют 1, 2, 3, Союз-22, Мир, МКС и автоматических КА Метеор-Природа, Метеор-М, Ресурс-ДК, Ресурс-П
- разработка и изготовление звездных и солнечных датчиков для определения ориентации космических аппаратов – МКС, Ямал-100, Ямал-200, МКА-ФКИ, БИОН-М

ОФО ИКИ участвует в разработке и реализации новых проектов:

- Луна-Ресурс, Луна-Глоб, ЭкзоМарс, Метеор-МП, Канопус-СТ, Спектр-УФ, Спектр-РГ и ряде других



ПРИБОРЫ ЗВЕЗДНОЙ ОРИЕНТАЦИИ

Звездные датчики семейства БОКЗ

Работы по созданию оптических звездных датчиков (ОЗД) на основе ПЗС-матриц были начаты в ОФО ИКИ в 1980 году. Первый комплект из трех приборов ОЗД, созданных в кооперации с народным предприятием Карл-Цейсс Йена (ГДР), был доставлен на пилотируемую орбитальную станцию "Мир" в 1989 году и проработал там вплоть до окончания миссии в 2001 г.

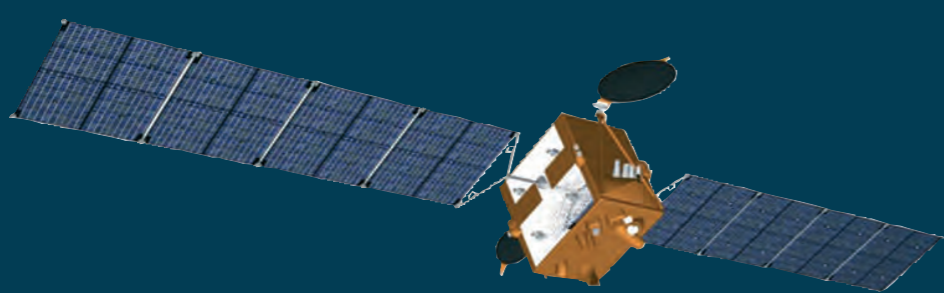
В 1990–1994 гг. в ОФО ИКИ был разработан полностью автономный звездный датчик для проекта "Марс-96", получивший название "Навигационная камера".

Далее, работы по созданию звездных датчиков развивались в рамках проекта связного геостационарного спутника "Ямал-100".

Разработанный прибор получил название "Блок определения координат звезд", сокращенно БОКЗ. Запуск КА "Ямал-100" был осуществлен в 1999 г.

С этого момента разработка и последовательное совершенствование оптических приборов звездной ориентации стали одним из важнейших направлений работ ОФО ИКИ. С тех пор в ОФО ИКИ изготовлено более 150 приборов серии БОКЗ. В различных модификациях они используются на многих отечественных КА, среди которых "Ямал-100", МКС, "Ямал-200", "Ресурс-ДК", "Метеор-М", "Ресурс-П", МКА-ФКИ. Общий налет приборов в космическом пространстве уже превысил 1,5 млн часов

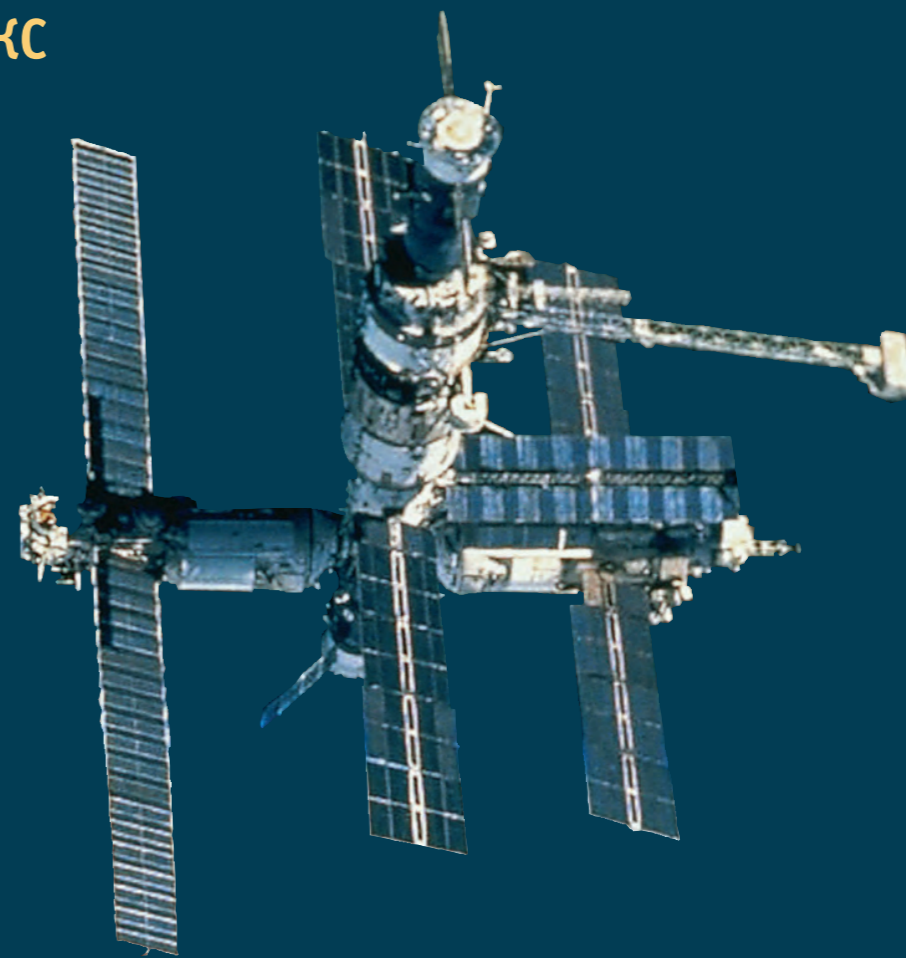
Ямал-100 №1, №2



1998

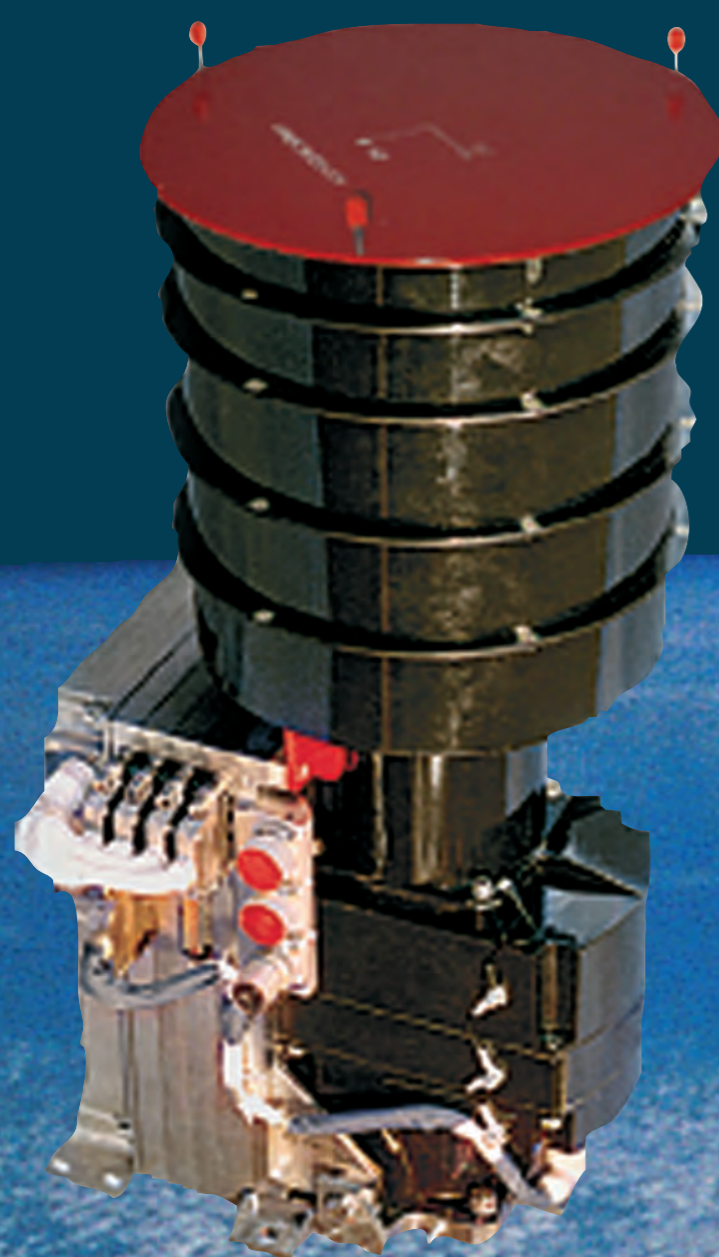
БОКЗ

МКС



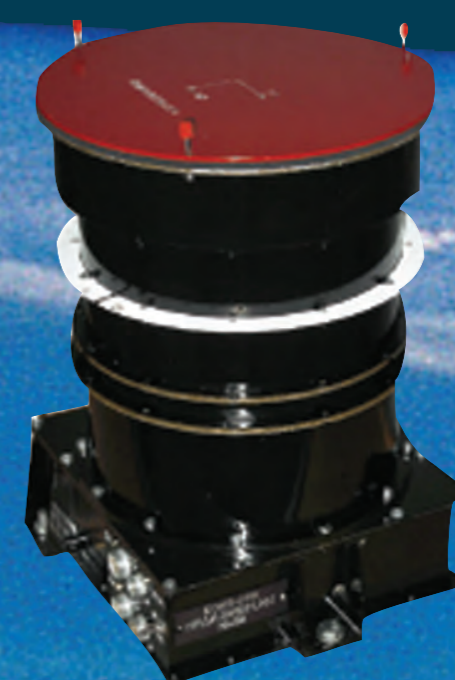
2002

БОКЗ-М



2006

БОКЗ-МФ



ПРИБОРЫ ЗВЕЗДНОЙ ОРИЕНТАЦИИ

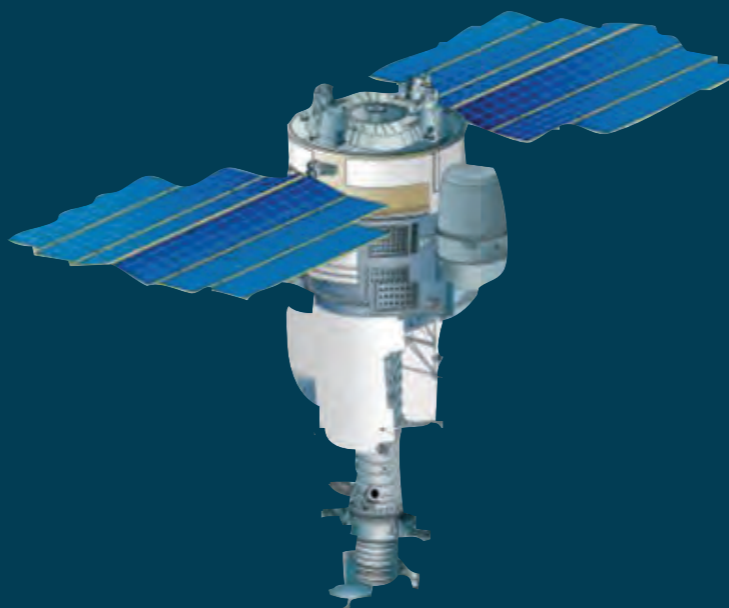
Ключевые параметры звездных датчиков

Наименование звездного датчика	БОКЗ-МФ	БОКЗ, БОКЗ-М, БОКЗ-М60	БОКЗ-М60/1000 (БОКЗ-М120/1000)
ПЗС матрица	"Лев-3"	"Лев-3"	"Сфера-1000"
Объектив:			
- фокусное расстояние, мм	32	60	60 (120)
- относительное отверстие	1:1,7	1:2	1:2 (1:3)
Угол поля зрения, угл.град.	15 x 15	8 x 8	16 x 16 (8 x 8)
Предельная звездная величина, m	5,8	7,5	5,8 (7,5)
Величина случайной составляющей погрешности измерений, угл.с			
- $\sigma_{x,y}$	5-7	1,5-2,5	1,5-2,5 (0,7-1,2)
- σ_z	20-30	25-30	15-25 (15-25)
Частота обновления информации, Гц	1	0,3-1	4 (1-4)
Масса, кг	1,8	4,5	4,5 (6)

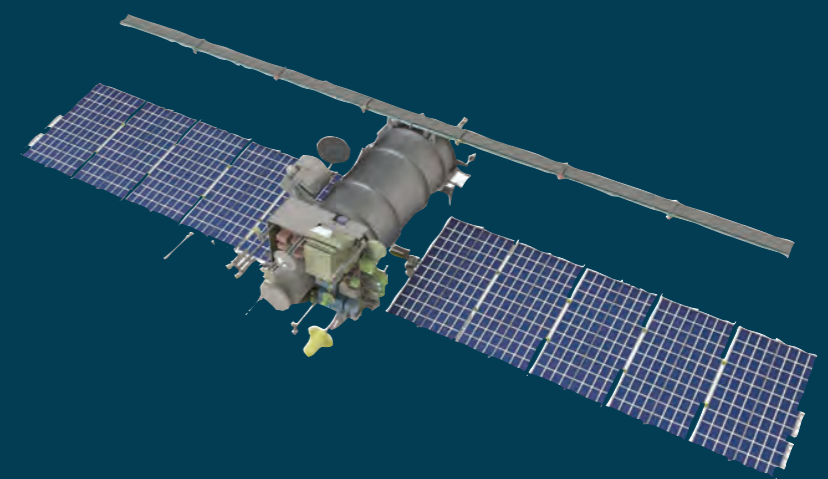
Ямал-200 №1, №2



Ресурс-ДК



Метеор-М №1, №2

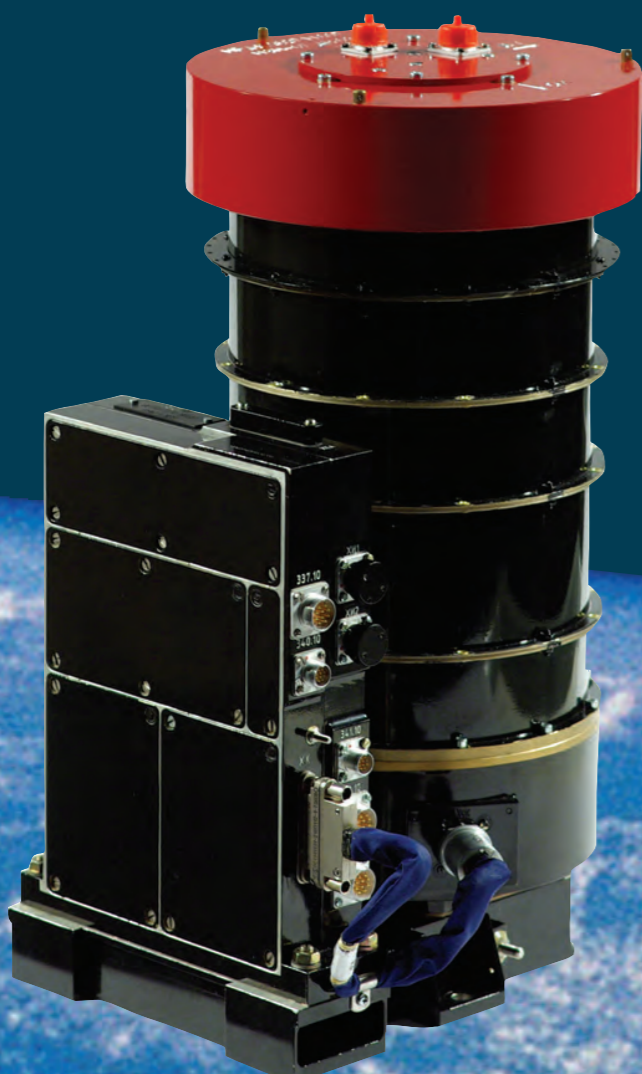


2011

БОКЗ-М60/1000

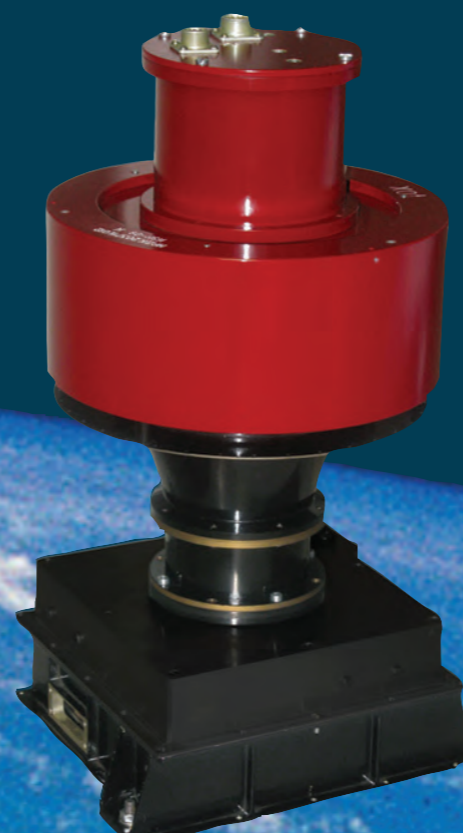
2008

БОКЗ-М60



2010

БОКЗ-МФ/500



ПРИБОРЫ ЗВЕЗДНОЙ ОРИЕНТАЦИИ



МикроБОКЗ

Характеристики звездного датчика МикроБОКЗ

Масса, кг	0,6
Энергопотребление, Вт	1,5
КМОП матрица	2000 x 2000
Размер пикселя, мкм	5,5 x 5,5
Фокусное расстояние объектива	32
Относительное отверстие объектива	1:1,7
Поле зрения, град.	19,9
Предельная звездная величина	5,3
Случайная составляющая погрешности (СКО) определения направления оптической оси / угла разворота вокруг оптической оси, угл.с. (при $\omega=0,067^\circ/\text{с}$)	1,5 / 10
Частота обновления информации, Гц	до 10
Диапазон угловых скоростей, $^\circ/\text{с}$	2
Допустимый угол к Солнцу, град.	30
Напряжение питания, В	5

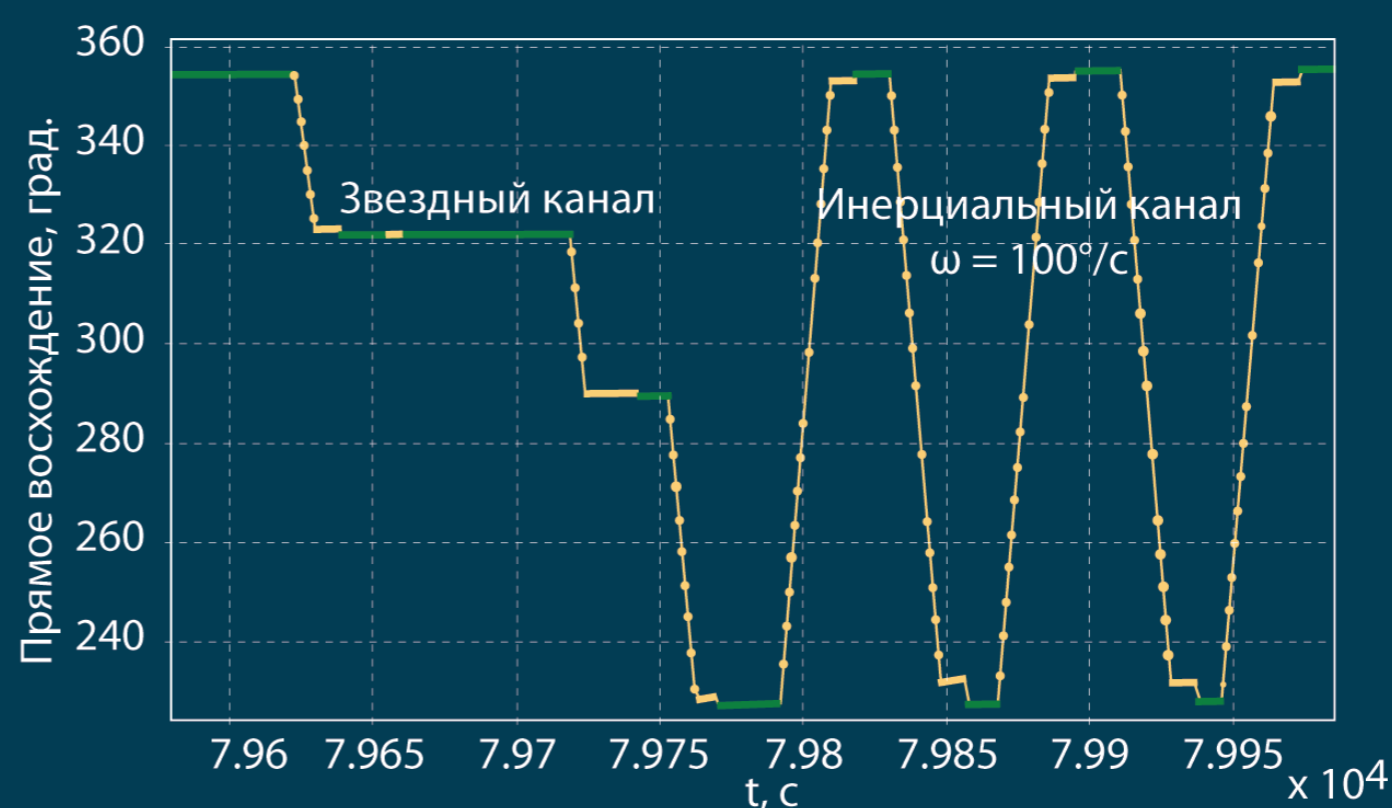
Датчики звездной ориентации с интегрированными МЭМС-гироскопами

Интеграция МЭМС-гироскопа в прибор звездной ориентации позволяет:

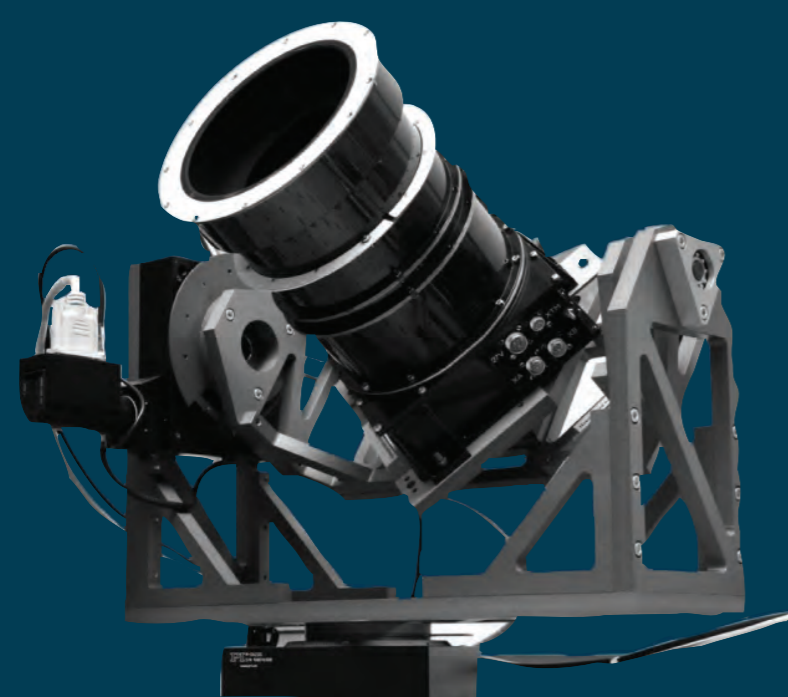
- повысить помехозащищенность при работе в сложной светооптической обстановке;
- обеспечить формирование информации об угловом движении, в том числе при потере работоспособности звездного канала;

- сократить время начального распознавания звезд и восстановления работоспособности оптического канала в случае потери видимости звезд;

- повысить точность измерений параметров ориентации за счет совместной фильтрации измерений звездного и инерциального каналов прибора



Результаты испытаний интегрированного прибора БОКЗ-МФ/500 с встроенным МЭМС-гироскопом на поворотной платформе со скоростью до $100^\circ/\text{с}$



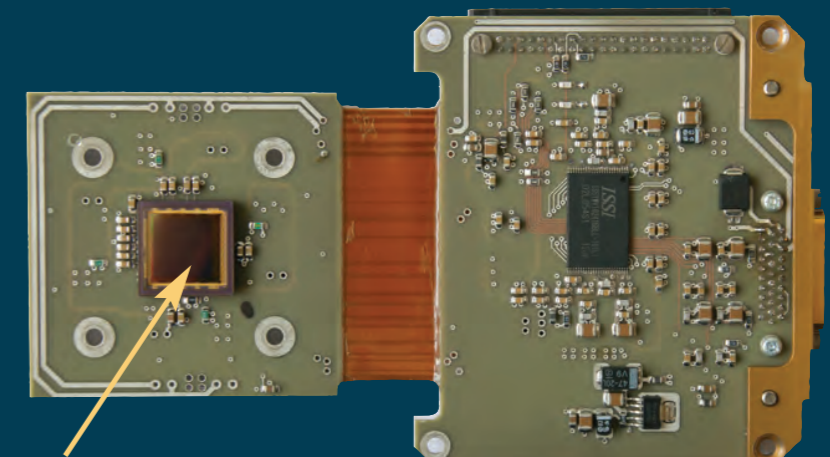
Макет звездного прибора с интегрированным датчиком угловых скоростей на поворотной платформе

Характеристики МЭМС-гироскопа

Масса, г	30
Энергопотребление, Вт	1
Габариты, мм	30 x 30 x 25
Диапазон угловых скоростей, град./с	100
Точность определения угловой скорости, угл.с/с	
- до калибровки по оптическому каналу	1000
- после калибровки по оптическому каналу	15

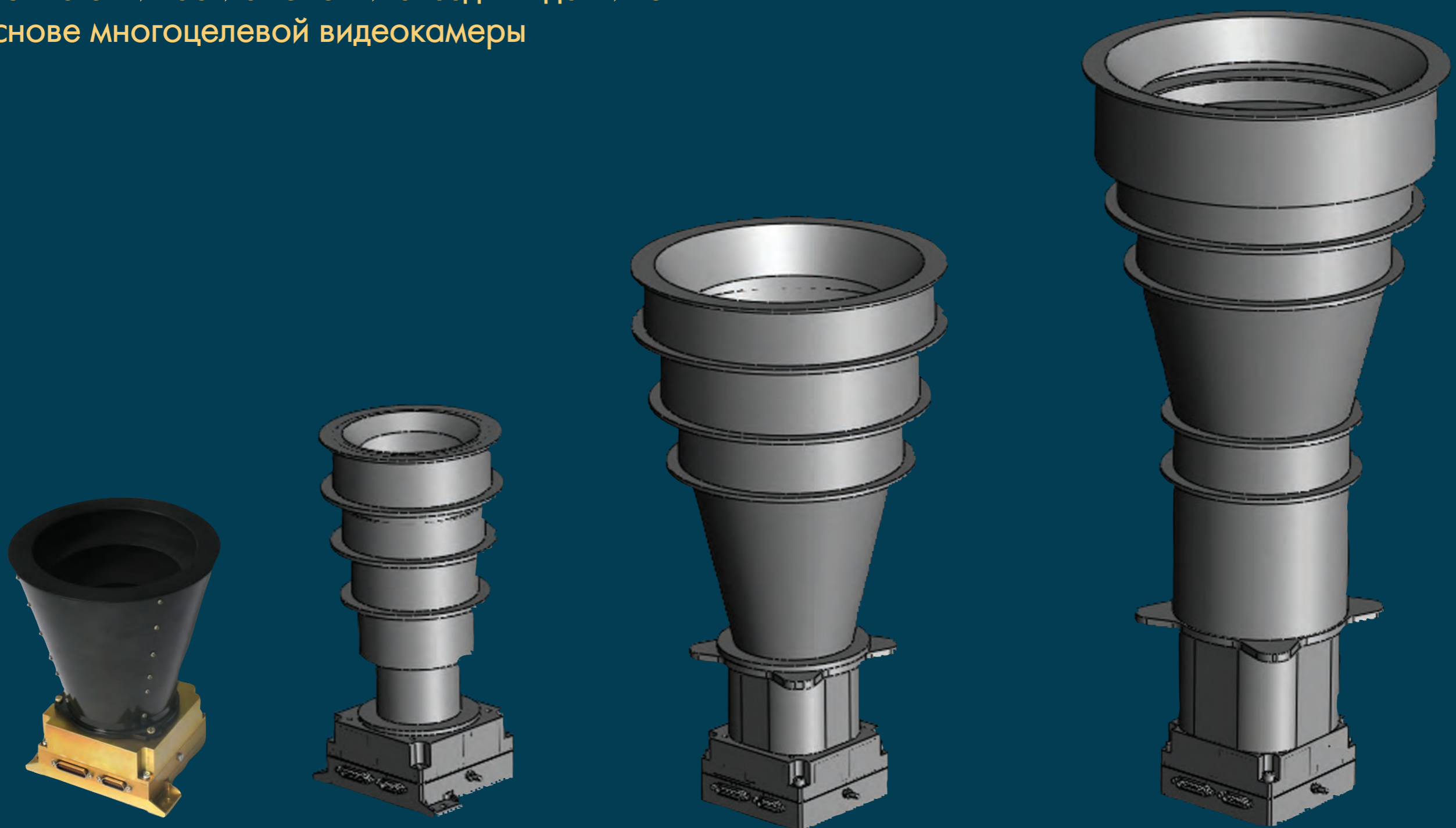
Многоцелевая видеокамера

Разработанная в ОФО ИКИ многоцелевая видеокамера (МЦВК) на основе высокоинформативных КМОП матриц и быстродействующих радиационно-стойких процессоров предназначена для решения различных и весьма разнородных задач



КМОП матрица

Выносные оптические головки звездных датчиков на основе многоцелевой видеокамеры



ОГ 36/2000

ОГ 80/2000

ОГ 90/5000

ОГ 200/5000

Основные характеристики оптических головок

Оптическая головка	ОГ-36/2000	ОГ-80/5000	ОГ-90/5000	ОГ-200/5000
Масса, кг	0,6	0,9	1,5	3
Энергопотребление, Вт	1	1	3	3
КМОП матрица	2000 x 2000	2000 x 2000	5000 x 4000	5000 x 4000
Объектив	36/1,2	80/1,8	90/1,8	200/2
Поле зрения, град.	17,5 x 17,5	8 x 8	17,1 x 17,1	7,3 x 7,3
Предельная звездная величина	5,5	7,5	5,6	7,8
Угловая разрешающая способность, угл.с/пиксель	32	15	15	7
Частота обновления информации, Гц	до 20	до 6	до 50	до 25
Допустимый угол к Солнцу, град.	40, 30, 25	40, 30, 25	40, 30, 25	40, 30, 25
Время готовности к работе, с	6	6	6	6
Напряжение питания, В	5	5	5	5

СЛУЖЕБНАЯ ТЕЛЕВИЗИОННАЯ СИСТЕМА

Съемочные камеры на базе МЦВК

Наблюдения лунной поверхности с посадочного космического аппарата

Для проведения съемок на этапе снижения и посадки КА проектов "Луна-Глоб" и "Луна-Ресурс", а также стереосъемки зоны работы манипулятора и обзорных съемок панорамы поверхности Луны разработана Служебная телевизионная система СТС-Л. В состав системы входят два типа камер на базе МЦВК – КАМ-С и КАМ-О и блок сбора и обработки данных

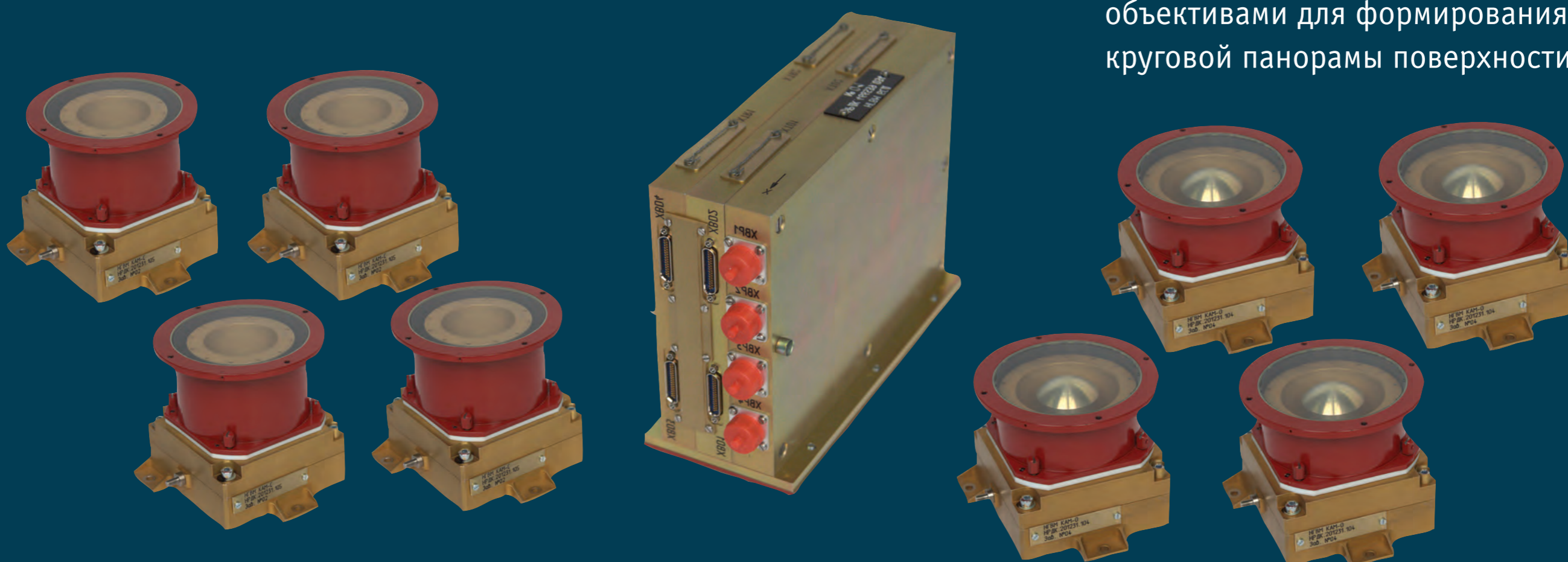
Камеры КАМ-С

Стереокамеры для мониторинга зоны работы манипулятора

Блок сбора и обработки данных

Камеры КАМ-О

Обзорные видеокамеры со сверхширокоугольными объективами для формирования круговой панорамы поверхности



Основные характеристики камер системы СТС-Л

Камера	КАМ-С	КАМ-О
Количество камер, шт.	4	4
Угловое поле зрения, град.	50 x 50	115 x 115
Размер датчика изображения, мм	11,264 x 11,264	11,264 x 11,264
Число рабочих пикселей	2000 x 2000	2000 x 2000
Фокусное расстояние объектива, мм	12,3	4,8
Относительное отверстие объектива (не менее)	1:8	1:8
Угловой размер пикселя, угл. мин. (не более)	1,5	3,5
Выходная разрядность квантования, бит (не менее)	8	8
Цветность	RGB	RGB
Темп съемки (не менее)	1 кадр/с	1 кадр/с
Динамический диапазон кадра, дБ (не менее)	60	60

СОЛНЕЧНЫЕ ДАТЧИКИ КОСМИЧЕСКОГО И АВИАЦИОННОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Оптический солнечный датчик (ОСД)

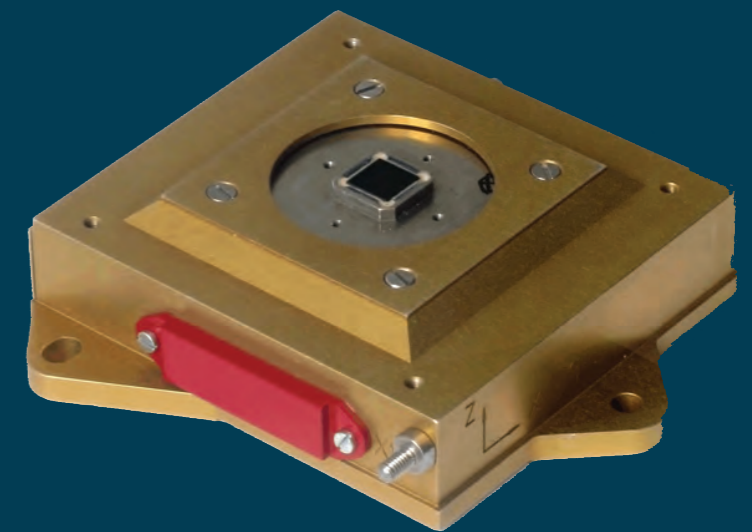
Оптический солнечный датчик предназначен для определения направления на центр видимого диска Солнца.

ОСД, разработанный на базе щелевой маски и ПЗС-линейки, эксплуатируется в космосе, начиная с 2008 г. На текущий момент изготовлено более 30 приборов ОСД, 18 из которых были выведены в космос. На разных стадиях наземной отработки находятся еще 7 КА, укомплектованных приборами ОСД. Прибор имеет встроенный вторичный источник питания и интерфейс МКО



Оптический солнечный датчик с объективом pinhole (ОСД3)

Высокоточный солнечный датчик, созданный для авиационного применения в составе астровизирующего устройства, основан на КМОП матрице и ПЛИС с встроенным вычислительным ядром. Обеспечивает определение направления на Солнце с точностью до 10" в поле зрения 100 x 100°



Оптический солнечный датчик с объективом "рыбий глаз" (ОСД4)

Полусферический солнечный датчик предназначен для космического применения и основан на КМОП матрице, радиационно-стойкой ПЛИС и объективе "рыбий глаз" с полем зрения 190 x 190°. Данные с ОСД4 поступают в БВМ, где с помощью простого алгоритма вычисляются углы на центр Солнца, что обеспечивает надежное решение задачи солнечной ориентации при высокой точности измерений. Два прибора ОСД4, установленные на борту, позволяют упростить процедуру поиска Солнца, обеспечивая наблюдение всей небесной сферы



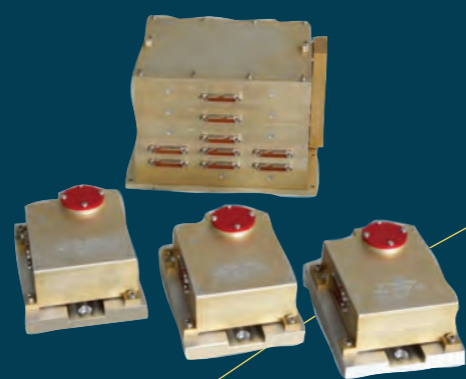
Основные характеристики солнечных датчиков

Солнечный датчик	ОСД	ОСД3	ОСД4
Масса, г	650	450	500
Габариты, мм	112 x 120 x 50		
Энергопотребление, Вт	1,5		1
Поле зрения, град.	120 x 60	100 x 100	190 x 190
СКО определения направления на Солнце, угл.с	120	6	20
Частота обновления информации, Гц	4	10	10
Допустимая угловая скорость, град./с	10		100
Интерфейс информационного обмена	МКО	RS422, LVDS	LVDS
Напряжение питания, В	27	5	5
Срок службы, лет	15	15	15

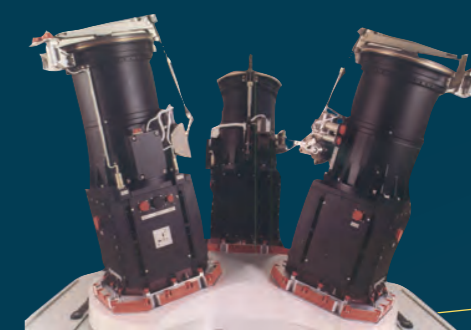
ОФО ИКИ – ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА



2006 – ...
 Оптический солнечный датчик (ОСД) для определения направления на центр видимого диска Солнца



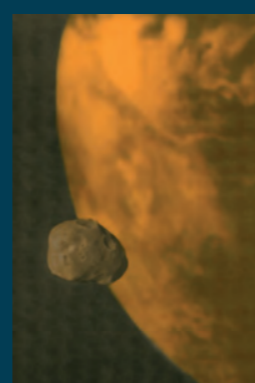
2008 – ...
 Всемирная космическая обсерватория "Спектр-УФ"
 Система датчиков гида (СДГ) для наведения ультрафиолетового космического телескопа



1986 – 2001
 Орбитальная станция "Мир"
 Система звездных датчиков "Астро" с матричными ПЗС



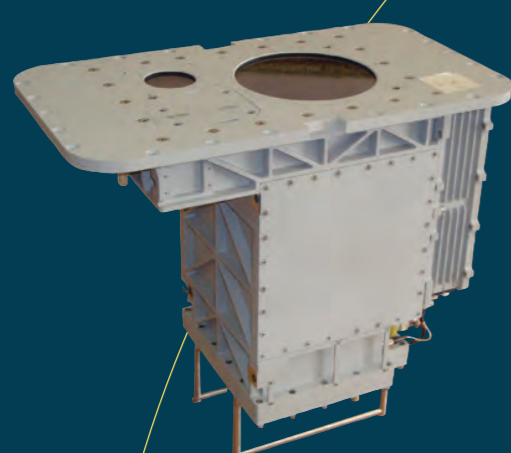
1973
 КК "Союз-12"
 Первая многозональная съемка 9-объективным фотоаппаратом ЛКСА



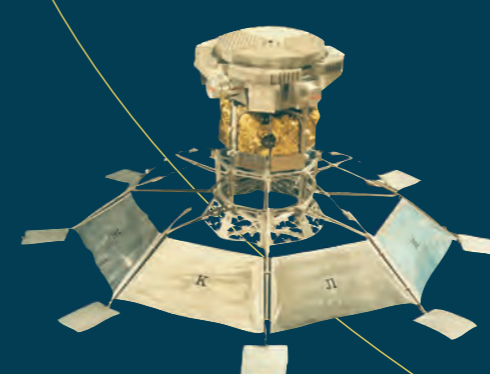
1986 – 1989
 АМС "Фобос-1 и 2"
 Съемка Фобоса с помощью видеоспектрометрического комплекса "Фрегат"



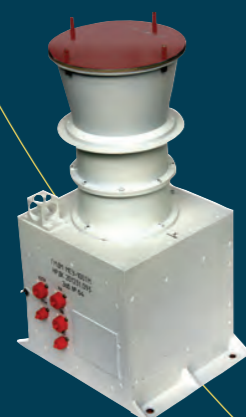
1973 – 1982
 Самолетная лаборатория для отработки методов многозональной съемки Земли из космоса



2011 – ...
 Астровизирующее устройство (АВУ) для астроинерциальной системы авиационного базирования



1987 – 1991
 МКА "Вега"
 Базовая модель МКА с солнечным парусом, обеспечивающим поддержание ориентации на Солнце с высокой точностью



2012 – ...
 КА "Метеор-М" № 2-1 и 2-2
 Многозональное съемочное устройство следующего поколения МСУ-100ТМ

2013 – ...
 Звездные датчики БОКЗ третьего поколения



ОФО ИКИ – ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА



2005 – 2011

КА "Фобос-Грунт"

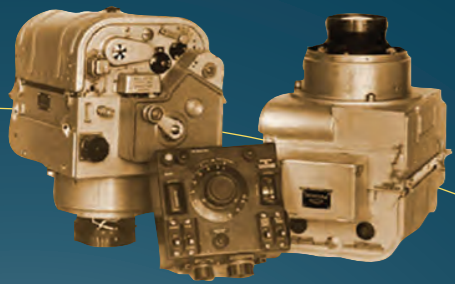
Бортовые приборы для астроориентации (БОКЗ-МФ, ОСД), выбора места посадки оптическими средствами (ТСНН) и управления комплексом научной аппаратуры (СИОК)



1980 – 1986

АМС ВЕГА-1 и 2

Телевизионная система ВЕГА на матричных ПЗС для съемки кометы Галлея и ее ядра



1970 – 1972

Станции "Салют-1, 2, 3"

Аэрофотоаппараты АФА БА-210 для синхронной съемки Земли и звезд. Отработка методики координатной привязки снимков



2004 – ...

КА Метеор-М

Комплекс многозональной спутниковой съемки (КМСС) среднего разрешения и комплекс координатно-временного обеспечения (ККВО)



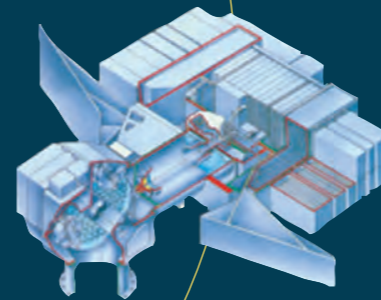
2002 – ...

Звездные датчики БОКЗ второго поколения



1968 – 1971

Изучение топографии и рельефа поверхности Луны



1978 – 1984

КА "Метеор-Природа"

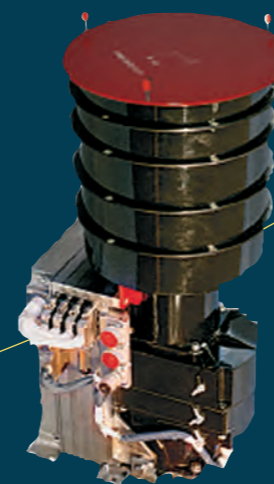
Первая отечественная сканирующая 8-зональная цифровая съемочная система "Фрагмент"



1974 – 1978

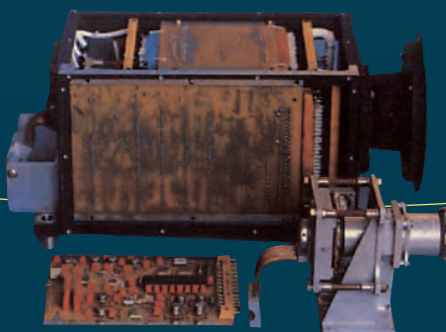
КК "Союз-22"

Многозональный космический фотоаппарат МКФ-6



1997 – ...

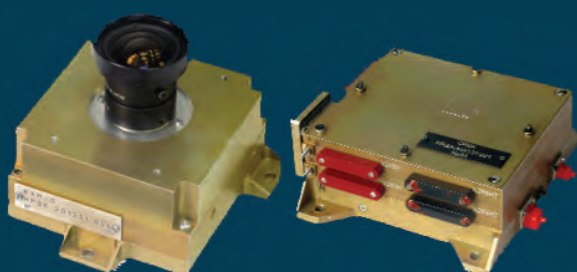
Звездные датчики БОКЗ первого поколения



1989 – 1996

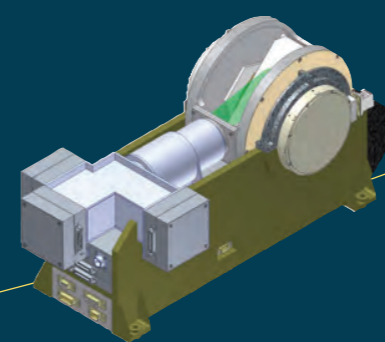
КА "Марс-96"

Навигационная камера – прототип звездного датчика



2013 – ...

Луна-Ресурс, Луна-Глоб
Съемочная система для посадочных модулей



2014 – ...

КА "Метеор-МП"

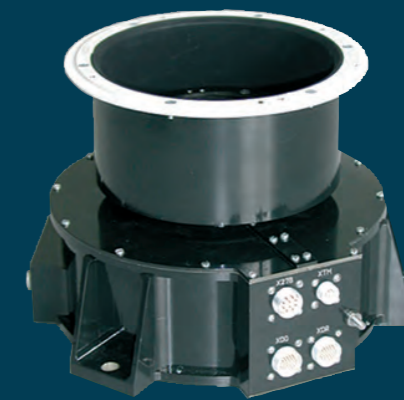
Перспективное многоспектральное съемочное устройство "Горизонт"

СИСТЕМЫ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ЗЕМЛИ

С 2009 года на борту гидрометеорологических КА серии "Метеор-М" эксплуатируются съемочные комплексы ДЗЗ среднего разрешения, данные с которых успешно используются для решения широкого круга мониторинговых и исследовательских задач. Съемочные комплексы состоят из нескольких широкоугольных многозональных оптико-электронных камер, объединенных общим механическим узлом. В ОФО ИКИ разработаны и изготавливаются несколько типов камер, отличающихся оптической системой и набором спектральных зон. Находящиеся в эксплуатации приборы МСУ-100 и МСУ-50 построены на базе классических объективов и полосовых спектральных

фильтров, а перспективные приборы МСУ-100Т и -100ТМ созданы на базе уникальных оптических систем, совместивших в себе телецентрический объектив и призменный трехканальный спектроделитель. Применение оптического спектроделителя позволило обеспечить одномоментную регистрацию изображения во всех спектральных зонах, а телецентрический ход лучей – высокую радиометрическую точность по всей длине датчика изображения.

Информация от комплексов регулярно принимается и обрабатывается НЦ ОМЗ ОАО "Российские космические системы" и приемными центрами НИЦ "Планета" в Москве, Новосибирске и Хабаровске



МСУ-50



МСУ-100



МСУ-100ТМ
(макет)



СИСТЕМЫ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ЗЕМЛИ

Основные характеристики камер съемочных комплексов

Космический аппарат	"Метеор-М" №№ 1 и 2		"Метеор-М" № 3	"Метеор-М" №2.1 (2.2)
Съемочная аппаратура	Комплекс многозональной спутниковой съемки (КМСС)		Сканер береговой зоны (СБЗ)	КМСС-2
Пространственное разрешение, м	60	120	60	60
Полоса захвата, км	900 (2 x 450)	900	1000 (2 x 500)	900 (2 x 450)
Приборы	МСУ-100	МСУ-50	МСУ-100ТМ	МСУ-100ТМ
Тип оптической системы	линзовый объектив полосовые фильтры		телецентрическая оптическая система с трехканальным спектроделителем	
Фокусное расстояние объектива, мм	100	50	108	125
Угловое поле зрения, град.	2 x 31,5	62,5	2 x 33,5	2 x 31,5
Угловой размер чувствительного элемента, угл. с	15	30	16,5	15
Количество спектральных каналов	3	3	6 (3 + 3)	3
Границы спектральной чувствительности, мкм (на уровне 0,5 максимума пропускания)	0,520–0,590	0,370–0,450	0,433–0,453 0,545–0,565 0,745–0,785 0,480–0,500 0,665–0,675 0,845–0,885	0,520–0,590 0,640–0,690 0,785–0,900
Количество элементов в строке изображения	2 x 7926	7926	2 x 7200	2 x 8000
Разрядность квантования яркостей, бит	8	8	11	10
Типовое отношение сигнал/шум	200	200	600	600
Интерфейс управления	MIL STD 1553B			
Рабочий диапазон температур посадочных мест на КА, °С	минус 15 ... + 45	С	минус 10 ... + 40	минус 10 ... + 40
Масса, кг	3,2	2,7	6	6,4
Энергопотребление, Вт	7	7	16	16
Габариты, мм	300 x 200 x 220	250 x 200 x 220	350 x 200 x 250	350 x 200 x 250

Снимок с КА "Метеор-М" № 2

СИСТЕМЫ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ЗЕМЛИ

Перспективное многозональное съемочное устройство "Горизонт"

МСУ "Горизонт" представляет собой комплекс аппаратно-программных средств, предназначенный для установки на космические аппараты с целью проведения дистанционной многозональной съемки в видимом и ближнем ИК диапазонах.

Главной особенностью МСУ "Горизонт" является сочетание достаточно высокой разрешающей способности 30 м, характерной для современных природноресурсных средств ДЗЗ, и сверхширокой полосы обзора до ~1800 км, что позволяет обеспечить ежесуточное покрытие поверхности земного шара в полосе средних и высоких широт, где и располагается бо́льшая часть территории Российской Федерации.

Конструктивно съемочная МСУ "Горизонт" объединяет в себе оптико-механическое сканирующее зеркало и многозональную цифровую камеру, выполненную на матричных или линейных датчиках изображения. Кроме того, в состав МСУ "Горизонт" входит устройство калибровки по Солнцу или искусственным источникам оптического излучения, позволяющее обеспечить высокую точность дистанционных радиометрических измерений.

Съемочные системы такого типа предназначены для установки как на малогабаритные космические аппараты (вес прибора не превышает 15 кг), так и на крупные спутники гидрометеорологического и природноресурсного назначения

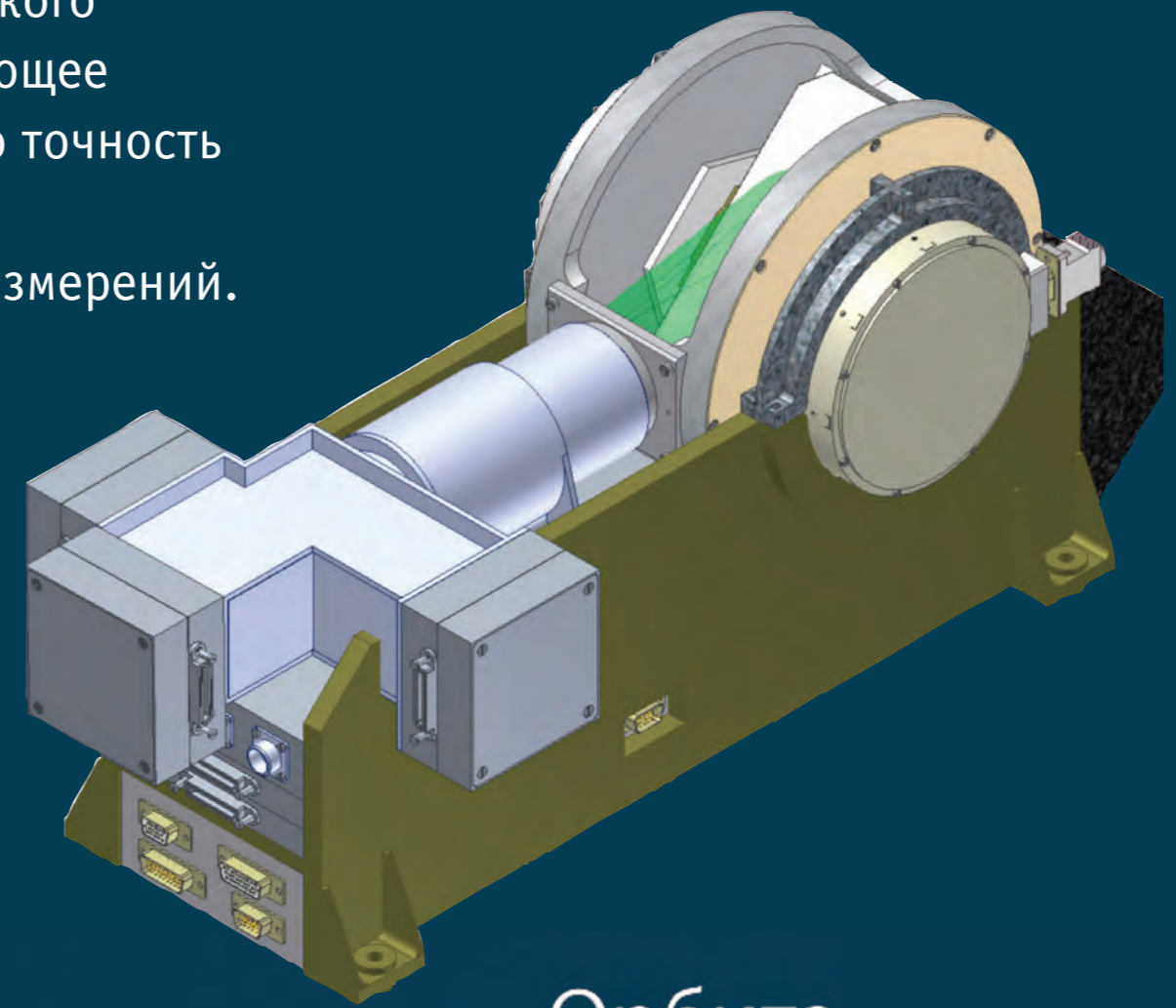
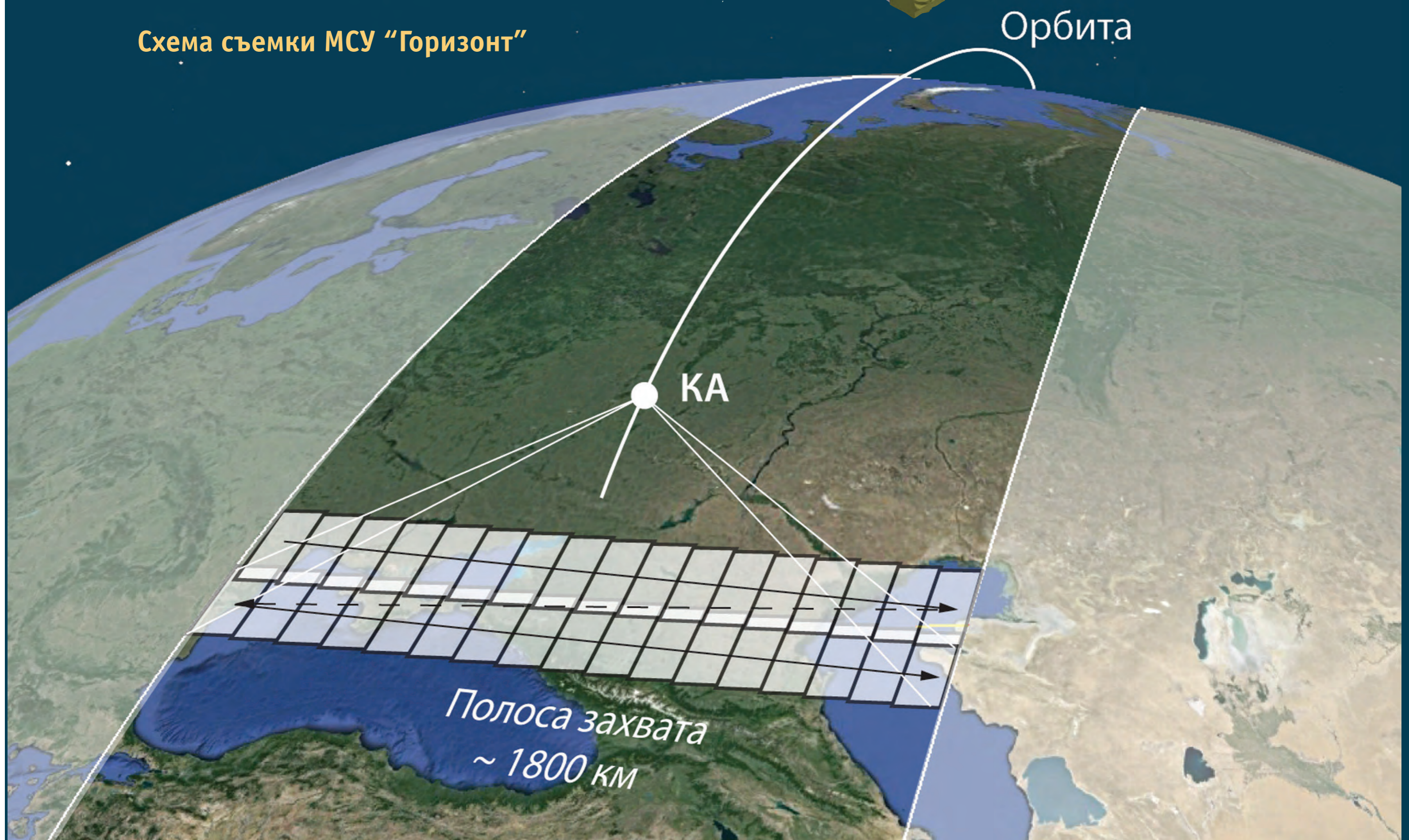


Схема съемки МСУ "Горизонт"



Система датчиков гида космической обсерватории "Спектр-УФ"

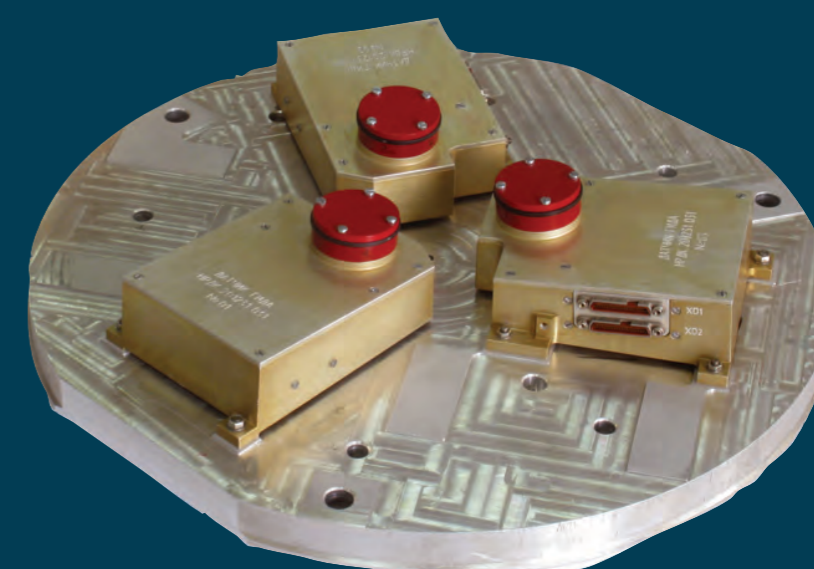
Точное наведение и гидирование космического телескопа Т-170М проекта "Спектр-УФ" будет осуществляться при помощи системы датчиков гида (СДГ).

Система датчиков гида включает в себя блок обработки данных (БОД) и три датчика гида (ДГ). Датчики монтируются в оптико-механическом отсеке под главным зеркалом телескопа, крепятся на корпусе блока спектрографов вблизи его входных диафрагм. Блок обработки данных устанавливается на приборную панель внешнего расположения и соединяется кабелями с датчиками гида и системами космического аппарата

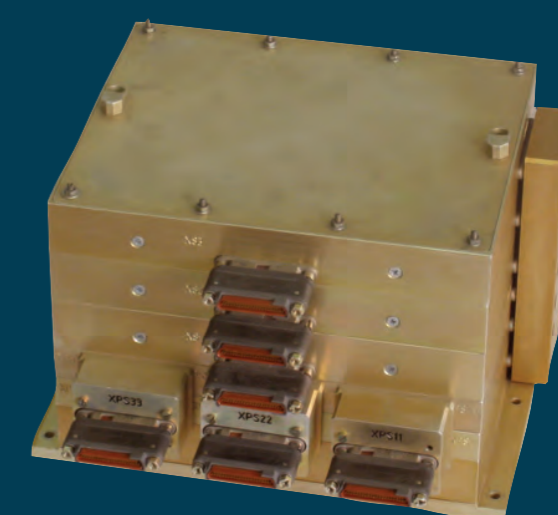
Основные характеристики СДГ

Количество датчиков гида	3
Энергопотребление, Вт:	
- при одном работающем ДГ	≤20
- при двух работающих ДГ	≤30
- при трех работающих ДГ	≤40
Длина кабелей между БОД и ДГ, м	4
Вероятность безотказной работы	≥0,95
Срок службы, лет	10
Рабочий диапазон угловых скоростей, град/с	$2 \cdot 10^{-5} - 10^{-4}$
Точность определения углов отклонения:	
- вокруг оси перпендикулярной линии визирования (σ), угл. с	0,01
- вокруг линии визирования (σ), угл. с	15
Единица младшего разряда, угл. с	0,005
Частота обновления информации, Гц	0,5
Поле зрения каждого ДГ, угл. мин	3 x 3
Предельная регистрируемая звездная величина, m	+17

Технологический образец системы датчиков гида



Три датчика гида на монтажной площадке



Блок обработки данных



Испытания СДГ в САО РАН
Датчики гида на телескопе
Цейсс-1000 (САО РАН, 2014 г.)

АВИАЦИОННАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА

Астровизирующее устройство (АВУ) авиационного применения

АВУ обеспечивает полностью автономное высокоточное решение задач навигации, в том числе при отсутствии сигналов спутников ГЛОНАСС/GPS.

АВУ предназначено для установки на авиационном носителе с целью определения всех навигационных параметров: координат места (широта, долгота) и углов ориентации в местной системе координат (крен, тангаж, азимут).

АВУ имеет несколько режимов работы:

- спутниково-астроинерциальный – с поддержкой измерений спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS;
- полностью автономный астроинерциальный режим без поддержки спутниковых измерений.

В спутниково-астроинерциальном режиме выполняется:

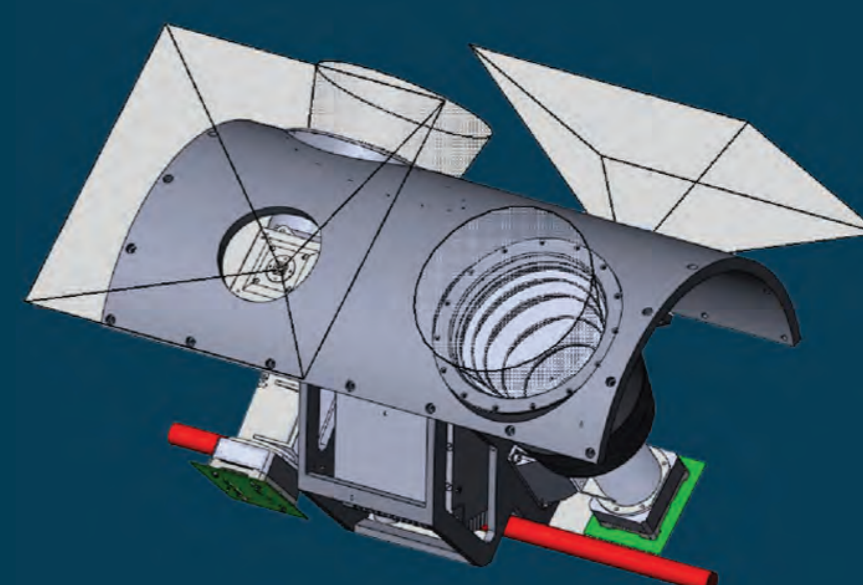
- определение координат места (широта, долгота) с точностью до единиц метров благодаря собственной точности измерений приемника навигационного сигналов ГЛОНАСС/GPS;

- определение углов ориентации (крен, тангаж, курс) с точностью до единиц угловых секунд благодаря измерениям трехосной звездной ориентации носителя.

По измерениям трехосной ориентации АВУ производятся вычисления координат места (широта, долгота) с точностью менее 600 м и направления на север (азимут) с точностью менее 20" на протяжении всего полета



Опытный образец астровизирующего устройства



Перспективный вариант АВУ, обеспечивающий решение задачи высокоточной трехосной ориентации при любых углах Солнца

Характеристики звездного канала АВУ

ПЗС-матрица, Мп	50
Размер пикселя, мкм	6
Объектив	125 / 3,25
Поле зрения, град.	22 x 16,7
Угловое разрешение, угл.с / пиксель	10
Время экспозиции, мс	30
Диапазон угловых скоростей, град/с	0,5

Цифровые аэрокамеры ЦТК-140 и ЦМК-70

Цифровая топографическая стереокамера ЦТК-140 разработана на базе оптического блока аэрофотоаппарата АФА ТЭ-140, на который устанавливается съемный электронный модуль с девятью линейными ПЗС и блок прецизионного определения угловых элементов внешнего ориентирования.

Цифровая многозональная аэрокамера ЦМК-70 представляет собой моноблок, состоящий из оптического и электронного модулей. ЦМК-70 позволяет проводить одновременную съемку в трех зонах видимого диапазона (RGB) и в одной зоне ближнего ИК-диапазона.

Управление съемкой выполняется с помощью установленного на борту самолета компьютера, что позволяет в реальном времени контролировать процесс получения видеоданных и их регистрации в бортовом ЗУ

Преимущества видеоданных, полученных цифровыми аэрокамерами

- линейная передаточная характеристика;
- высокая фотометрическая точность;
- широкий динамический диапазон изображений, что облегчает дешифрирование и позволяет расширить диапазон масштабов создаваемых картографических материалов;
- широкий спектральный диапазон (0,4–1,1 мкм);
- широкая полоса обзора в сочетании с высоким пространственным разрешением

Цифровая аэросъемочная камера ЦТК-140



увеличение 20x



Фрагмент полосы, снятой цифровой аэрокамерой ЦМК-70 с высоты 4000 м

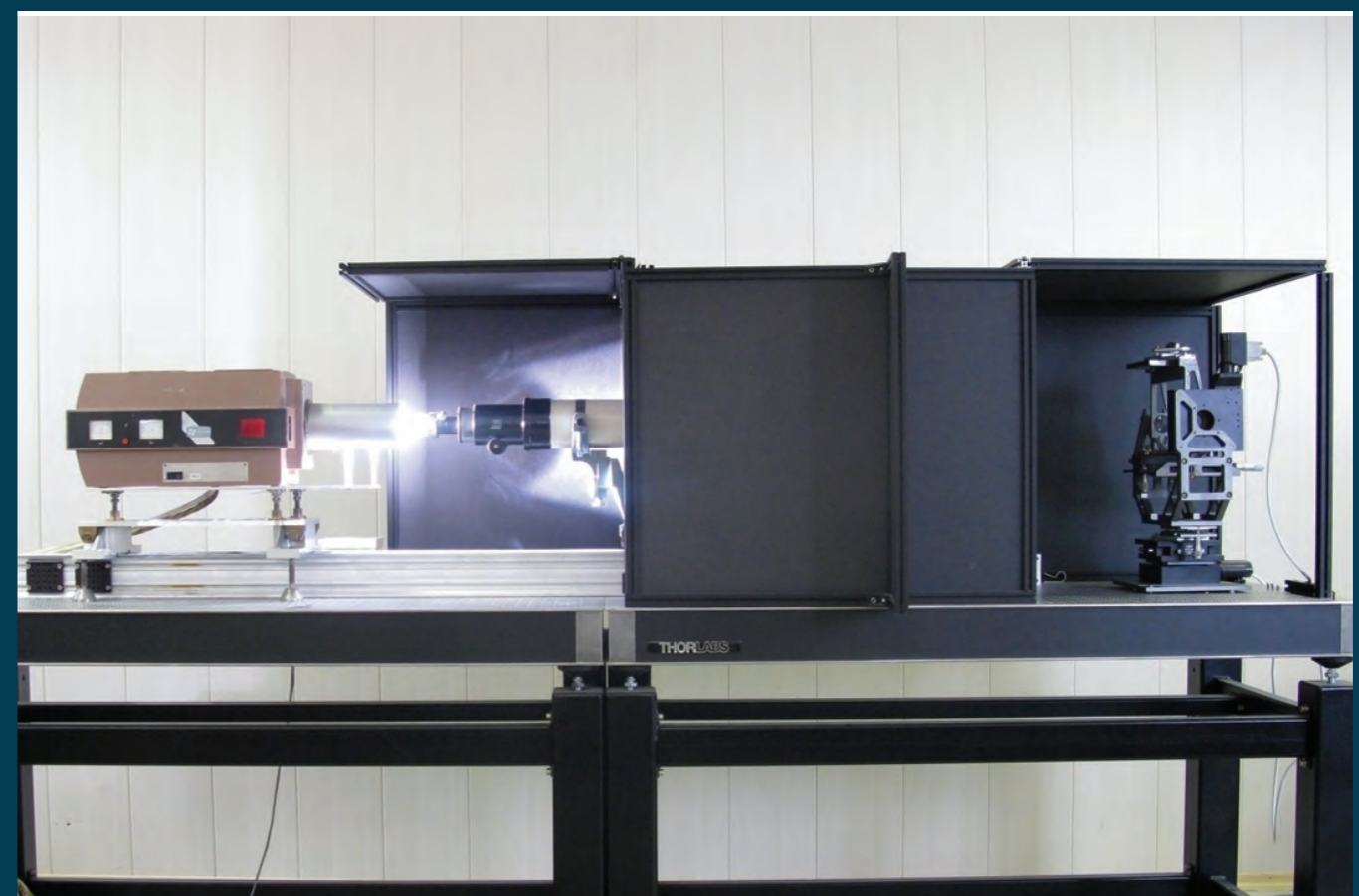
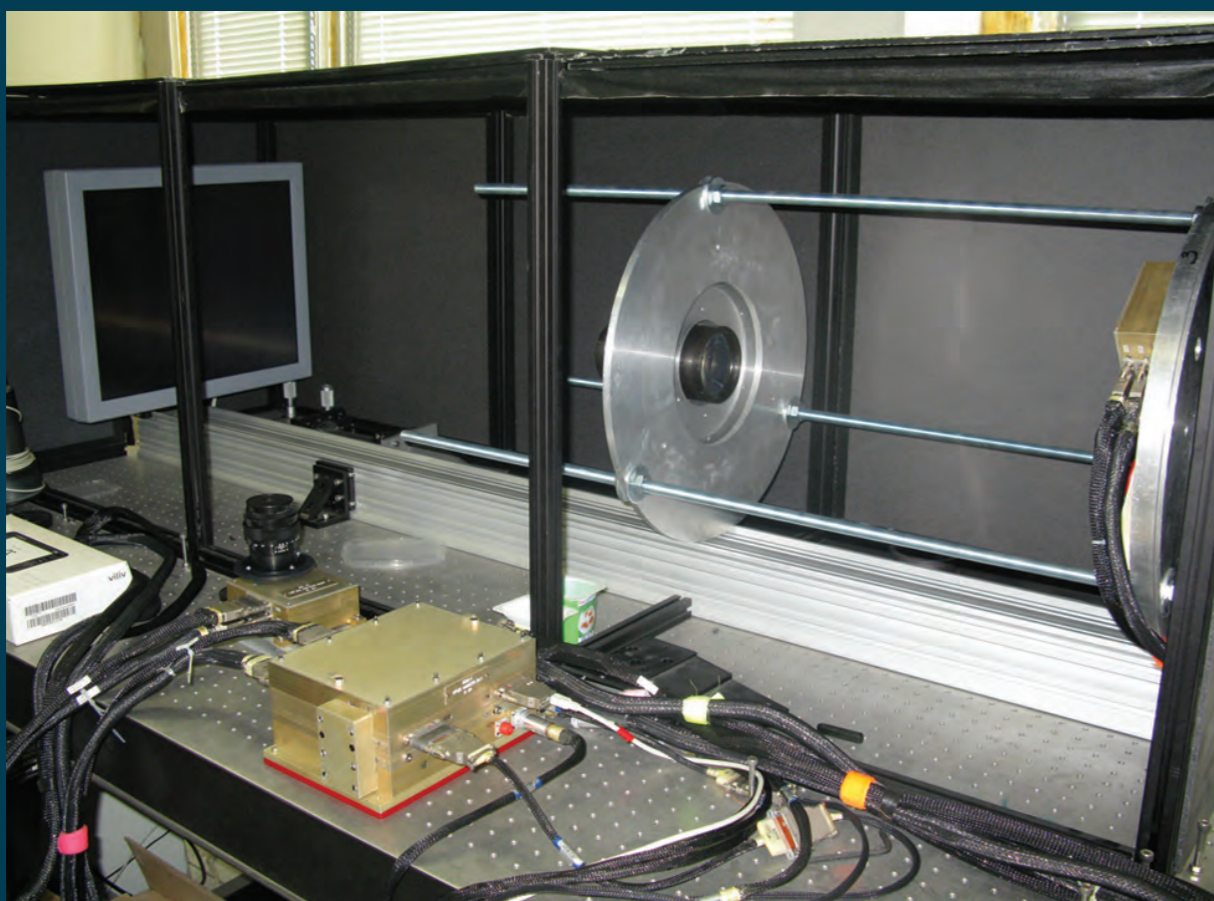
Параметр \ Камера	ЦТК-140	ЦМК-70
Фокусное расстояние объектива, мм	140	70
Тип фотоприемников	линейные ПЗС	
Количество элементов в строке	22 000 x 3	10 200 x 4
Размер элемента, мкм	7 x 7	
Спектральные каналы, нм	400–900 (панхр)	450 / 550 / 650 750–900
Динамический диапазон, бит	8	16
Диапазон высот съемки, м	2500–7000	1500–7000
Пространственное разрешение, см	12–35	15–70
Ширина снимаемой полосы, км	2,6–7,7	1,5–7,1
Объем ЗУ видеоданных, ТБ	до 3,2	2,0
Время непрерывной съемки, час	4–12	10–36

КАЛИБРОВКА, ИСПЫТАНИЯ И ОТРАБОТКА БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ



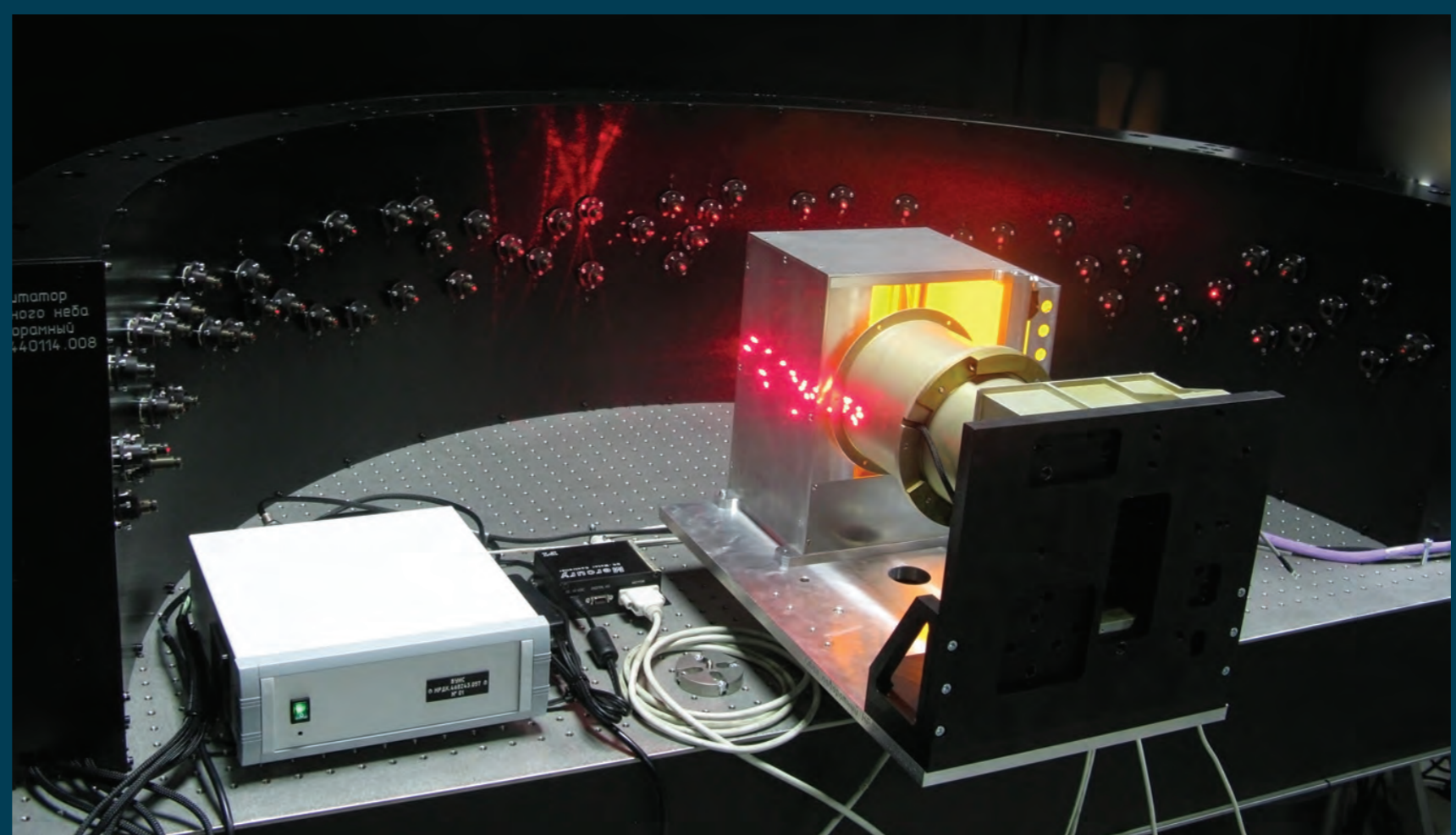
Стенд динамических испытаний
звездных датчиков

Стенд для отработки программного
обеспечения и калибровки
солнечных датчиков



Стенд для отработки программного
обеспечения и моделирования работы системы
датчиков гида на борту КА "Спектр-УФ"
в составе телескопа Т-170М

Многоколлиматорный стенд
для отработки звёздных
приборов с интегрированными
датчиками угловых скоростей,
АВУ и ДУСов



КАЛИБРОВКА, ИСПЫТАНИЯ И ОТРАБОТКА БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ

Статические имитаторы звезд

Статические имитаторы звёздного неба разработаны для проверки функционирования звёздных датчиков при автономных испытаниях и при входном контроле. Также ИЗН могут использоваться на этапе

комплексных испытаний в составе космического аппарата. Имитаторы (типа ИЗН-07) устанавливаются на бленду звёздного датчика в качестве технологической защитной крышки и предохраняют его

оптические элементы от внешних загрязнений. Разработано несколько моделей статических имитаторов: ИЗ-02, ИЗ-05, ИЗН-07, ИЗН-08, ИЗН-10, ИЗН-АВУ, ИЗН-МБ, ИЗН-ДГ и др.



Имитатор ИЗН-07 (ИЗН-08)



Имитатор ИЗ-02 (ИЗ-05)



Имитатор ИЗН-ДГ

Динамические имитаторы звезд

Коллиматорный блок имитатора звёздного неба (КБИЗ) предназначен для проведения комплексных испытаний звёздных датчиков в составе системы управления движением КА. КБИЗ взаимодействует по локальной сети с управляющим компьютером, получает от него команды и моделирует изображение звёздного неба в динамике. Подобная схема работы позволяет замкнуть обратную связь в контуре управления движением и полноценно отработать служебные системы КА. Обладая всеми функциональными возможностями стационарного стенда, КБИЗ имеет габариты, сопоставимые с габаритами звёздного датчика. Имитатор монтируется непосредственно на бленду прибора и позволяет проводить испытания на космическом аппарате в штатной сборке.

Основные функции КБИЗ:

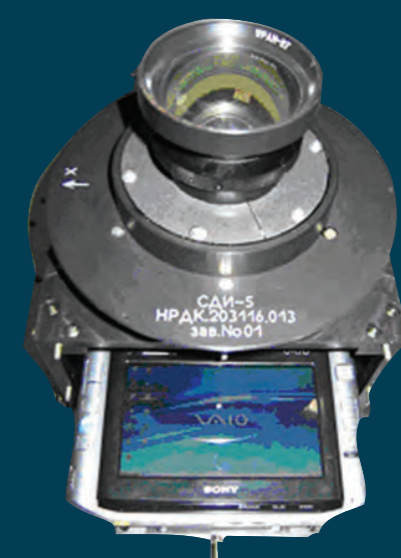
- моделирование изображения любого участка небесной сферы;
- моделирование вращения КА по трём осям;

- моделирования орбитального движения КА;
- моделирование фоновой засветки и помех различной интенсивности;

Для отладки приборов с разными оптическими схемами разработаны различные модификации КБИЗ.



Внешний вид прибора БОКЗ-М с установленным КБИЗ



КБИЗ1

ТЕКУЩИЕ ПРОЕКТЫ

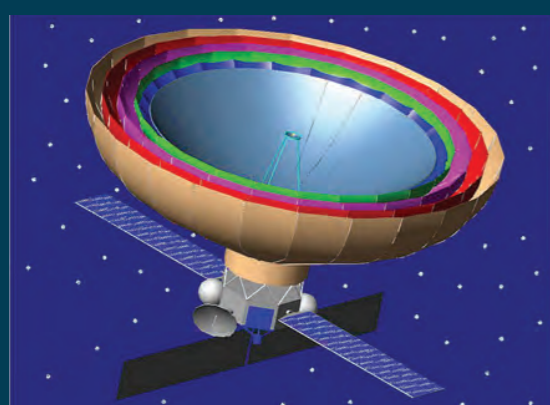
Астрофизика

**Спектр-УФ**

Система датчиков гида ультрафиолетового телескопа Т-170, состоящая из трех датчиков гида и блока обработки данных

**Спектр-РГ**

Звездные датчики БОКЗ-МФ для высокоточной координатной привязки научных измерений. Система ССОИ для сбора, обработки и подготовки к передаче на Землю научных данных

**Миллиметрон**

Система наведения телескопа на объект исследования

**Интергелиозонд**

2 оптических звездных датчика БОКЗ-И, 2 оптических солнечных датчика ОСД-И для определения параметров ориентации КА на всех этапах полета

Исследования планет

**Луна-Ресурс**

2 звездных датчика БОКЗ-МФ, 2 оптических солнечных датчика ОСД, телевизионная система посадочного аппарата СТС-Л (стереокамера ближней зоны (КАМ-С), 4 обзорных камеры (КАМ-О), блок сбора и хранения видеоданных (БСД))

**Луна-Глоб**

2 звездных датчика БОКЗ-МФ, стереотопографическая камера ЛСТК-100

**Экзо-Марс**

ТВ система для посадочного модуля КА "Экзо-Марс"

Связные спутники

Ямал-200

На борту 2-х КА “Ямал-200” установлено по 2 прибора БОКЗ-У. Назначение приборов – астрокоррекция гироскопов. С 2005 г. приборы используются для непрерывного управления угловым положением КА

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ)

**Ресурс-ДК**

2 БОКЗ-М используются в режиме прямого управления КА при поддержке датчиков угловых скоростей

Ресурс-П № 1, 2, 3

4 БОКЗ-М60 на каждом

**Метеор-М № 1**

Комплекс координатно-временного обеспечения (ККВО) – звездный датчик БОКЗ-М и автономная система навигации (АСН). Комплекс многозональной спутниковой съемки (КМСС) – 2 МСУ-100 и 1 МСУ-50

**Метеор-М
№№ 2.0, 2.1, 2.2**

2 звездных датчика БОКЗ-М и КМСС на каждом

Метеор № 3

Сканер береговой зоны (СБЗ)

Метеор-МП

КМСС-МП, Горизонт

Пилотируемые орбитальные станции

**МКС**

3 прибора БОКЗ постоянно обеспечивают ориентацию МКС. Используются как астрокорректоры 4 раза в сутки

КНИЖНАЯ ПОЛКА

Результаты работ, проводимых в отделе, нашли свое отражение в монографиях, научных журналах, сборниках статей и атласах.

Начиная с 2004 г. отделом один раз в два года проводятся научные конференции, по материалам которых выпускаются сборники статей



НАШИ СОТРУДНИКИ – НАШИМ ДЕТЯМ

Уже более 10 лет в отделе существует самодеятельный “Бродячий театр”. Театр дает всего одно представление в год, но проходит оно при переполненном зале. Зрители – дети сотрудников института – каждый раз с нетерпением ждут нового спектакля

Конек-Горбунук, 2003



Трилогия о Малыше и Карлсоне, 2006–2008



Теремок 2009



Приключения Буратино, 2011



Старик Хоттабыч, 2012



Три толстяка, 2013



Снежная королева, 2013





Адрес: 117819 г. Москва, Профсоюзная ул., д. 84/32
Телефон: (7 495) 333-2445
Факс: (7 495) 330-1200
Эл. почта: ofoiki@iki.rssi.ru
Website: www.ofo.ikiweb.ru

