

# Исследование современного состояния и перспектив развития отечественных космических систем для контроля состояния природных объектов

Терентьева В.В.

Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского

# «Ресурс-ПМ»

Запуск КА «Ресурс-ПМ» № 1 с апертурой целевой аппаратуры 1,5 м планируется в 2026 г. В процессе изготовления находится КА «Ресурс-ПМ» № 2. Сроки активного существования – 5 лет, далее предусмотрен запуск одного КА «Ресурс-ПМ» ежегодно.

## ЦЕЛЕВАЯ АППАРАТУРА

### *Оптико-электронный комплекс высокого разрешения [ОЭК-ВР]*

Разрешение в панхроматическом режиме  
(0.5-0.8 мкм) – 0.4 м

Разрешение в мультиспектральном режиме  
(8 каналов, 0.40-1.05 мкм) – 1,6 м

Ширина полосы захвата – 19 км

### *Широкозахватный обзорный комплекс [ШОК-ПМ]*

Разрешение в панхроматическом режиме – 5 м

Разрешение в мультиспектральном – 10 м

Разрешение в коротковолновом ИК-диапазоне – 20 м

Ширина полосы захвата – 120 км



## РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ

- ✓ Контроль чрезвычайных ситуаций
- ✓ Создание и обновление топографических карт масштаба 1:2000, 1:5000
- ✓ Контроль состояния окружающей среды
- ✓ Контроль в области сельского и лесного хозяйства
  - ✓ Контроль состояния инфраструктуры
  - ✓ Информационное обеспечение судоходства

# «Канопус-В-О»

## Преимущества космических аппаратов «Канопус-В-О» по сравнению с предыдущими моделями

### ✓ Повышенная точность и детализация снимков

Спутники оснащены новейшими приборами, которые обеспечивают высокое пространственное и спектральное разрешение, а также создают широкую полосу захвата.

### ✓ Улучшенная оперативность получения данных

Передача информации на пункты приёма осуществляется по сантиметровой радиолинии при нахождении космического аппарата в зоне радиовидимости.

### ✓ Расширенные возможности мониторинга

Система способна отслеживать более широкий спектр явлений, включая пожары, наводнения, землетрясения, изменения климата и другие.

### ✓ Импортозамещение

Предыдущие космические аппараты «Канопус-В» были созданы на основе служебной бортовой аппаратуры британской компании SSTL, а «Канопус-В-О» изготавливается на базе отечественной аппаратуры.

### ✓ Возможность обнаружения лесных пожаров размером от 5×5 метров в полосе 2000 километров

Шесть таких аппаратов смогут мониторить территорию Российской Федерации до нескольких раз в сутки, что существенно повысит оперативность при возникновении чрезвычайных ситуаций.

## Новые технологии, которые используются в космических аппаратах «Канопус-В-О»

### ✓ Прецизионная система ориентации и стабилизации.

Включает дополнительные шесть двигателей-маховиков (в дополнение к четырём штатно установленным). Это нужно для того, чтобы обеспечить требуемую стабилизацию космических аппаратов при выполнении съёмки.

### ✓ Перспективная аппаратура МСУ-ИК-СРМ.

Это глубоко модернизированный вариант аналогичной аппаратуры, которая установлена на космическом аппарате «Канопус-В»-ИК.

### ✓ Многоспектральная аппаратура высокого разрешения (МСА-2М) и зондировщик атмосферы (ЗА). RPC-полиномы.

Инструмент для повышения удобства обработки данных, позволяет обрабатывать снимки любыми стандартными фотограмметрическими программами, которые применяются во всём мире для обработки космических снимков.

# «Обзор-О»

## Основные технические характеристики съемочной аппаратуры

Режим съемки	Мультиспектральный	
	1-й этап	2-й этап
Спектральный диапазон, мкм	0,50-0,85; 0,44-0,51; 0,52-0,59; 0,63-0,68; 0,69-0,73; 0,76-0,85; 0,85-1,00	0,50-0,85; 0,44-0,51; 0,52-0,59; 0,63-0,68; 0,69-0,73; 0,76-0,85; 0,85-1,00; 1,55-1,70
Пространственное разрешение (в надире), м	Не более 7 (для канала 0,50-0,85); не более 14 (для остальных каналов)	Не более 5 (для канала 0,50-0,85); не более 20 (для канала 0,55-1,70); не более 14 (для остальных каналов)
Радиометрическое разрешение, бит на пиксель	12	12
Точность геопозиционирования, м	30-45	20-40
Ширина полосы съемки, км	Не менее 85	Не менее 120
Производительность съемки каждого КА, млн кв. км/сут	6	8
Периодичность съемки, сут	30	7
Скорость передачи данных на наземный сегмент, Мбит/с	600	600

### Решаемые задачи:

инвентаризация сельскохозяйственных угодий, создание карт землепользования; мониторинг состояния посевов, оценка засоренности, выявление болезней сельскохозяйственных культур, прогнозирование урожайности; мониторинг состояния лесной растительности, инвентаризация лесов; мониторинг природных и антропогенно-спровоцированных катастроф; оперативный контроль чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера с целью эффективного планирования и своевременного проведения мероприятий по ликвидации их последствий.

# «Обзор-Р»

В ближайшем будущем предусмотрено также создание КА «Обзор-Р». Срок запуска КА «Обзор-Р» № 1 ожидается до конца 2025 года, а КА «Обзор-Р» № 2 – в 2029 году.

ЦЕЛЕВАЯ АППАРАТУРА РСА (Х-диапазон)				
Режим съемки	Разрешение (м)	Полоса обзора (км)	Размер кадра (км)	Поляризация
Высоко-детальная	1	2×470	10×(15– 20)	ГГ ВВ ГВ ВГ
Детальная	3–5	2×600	50×50	
Узкополосная маршрутная	2 5	2×470 2×600	10×4000 30×4000	ГГ ВВ ГВ ВГ В(В+Г) Г(В+Г)
Маршрутная	20 40	2×600	90×4000 220×4000	
Широкополосная маршрутная	200 300 500	2×600 2×600 2×750	400×4000 600×4000 750×4000	
Суточная производительность - до 300 000 кв км				



## РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ

- ✓ Контроль чрезвычайных ситуаций
- ✓ Картографирование, в т.ч. построение ЦМР и ЦММ
- ✓ Контроль состояния окружающей среды
  - ✓ Контроль в области сельского и лесного хозяйства
- ✓ Контроль состояния инфраструктуры
- ✓ Информационное обеспечение судоходства

# «Арктика-М»

Первый спутник был выведен 28 февраля 2021 года, второй - 16 декабря 2023 года, а до 2031 года должны осуществляться запуски еще четырех гидрометеорологических спутников этого типа. После 2025 года планируется пополнить группировку пятью спутниками следующего поколения «Арктика-МП».

## *Научная аппаратура*

### **Многозональное сканирующее устройство гидрометеорологического обеспечения (МСУ-ГС)**

МСУ-ГС предназначено для получения многоспектральных изображений облачности и поверхности Земли в видимом и ИК диапазонах в пределах видимого диска Земли во всем диапазоне условий наблюдения и выдачи цифровой информации в бортовую систему сбора данных.

### **Гелиогеофизический аппаратурный комплекс (ГГАК-ВЭ)**

Назначение - непрерывное получение гелиогеофизических данных на высоте орбиты с целью: контроля и прогноза вспышечной активности Солнца; контроля и прогноза радиационной обстановки в ОКП и состояния геомагнитного поля; диагностики и контроля состояния естественных и модифицированных магнитосферы, ионосферы и верхней атмосферы.



## **Основные задачи:**

1. Получение, предварительная и тематическая обработка многозональных снимков облачности и подстилающей земной поверхности в пределах всего наблюдаемого диска Земли в арктическом регионе, недоступном для наблюдения с геостационарной орбиты.
2. Получение гелиогеофизических данных на высоте орбиты.
3. Сбор и ретрансляция информации с наземных платформ сбора данных, в том числе расположенных в арктическом регионе, недоступном для связи через геостационарные спутники.
4. Ретрансляция сигналов от аварийных радиобуев системы КОСПАС-САРСАТ.
5. Обеспечение двухсторонней радиосвязи между станциями приема данных и гидрометеорологическими пунктами сети наземных платформ сбора данных Росгидромета.

# «Метеор-МП»

В 2032 году запланирован вывод на орбиту спутников «Ионосфера-М-ОП» (для исследования космической погоды), «Метеор-МП» (гидрометеорологические данные для составления прогноза погоды) и «Стереоскоп» (обзорное наблюдение за Землей).



«Метеор-МП» — серия космических аппаратов

гидрометеорологического обеспечения, входящих в состав космического комплекса «Метеор-3М». Предназначены для оперативного получения информации для прогноза погоды, контроля озонового слоя и радиационной обстановки в околоземном космическом пространстве, а также для мониторинга морской поверхности, включая ледовую обстановку.

**Некоторые характеристики аппаратов серии «Метеор-МП»:**

**Масса** — 2778–2900 кг.

**Масса полезной нагрузки** — 1200–1500 кг.

**Мощность** — 4500/4000 Вт.

**Габариты:** высота — 5 м, ширина с развёрнутыми приборами — 14 м, диаметр корпуса — 2,5 м.

*На борту аппаратов размещены:*

**Многозональное сканирующее устройство малого разрешения (МСУ-МР)** — формирует мультиспектральное изображение в 6 каналах от видимого до длинноволнового инфракрасного излучения всей поверхности Земли каждые 24 часа. Съёмка выполняется с пространственным разрешением 1000 м и полосой захвата до 2900 км.

**Радиометрический сканер МВТЗА-ГЯ** — работает по 26 каналам в диапазоне 10,6–183,3 ГГц для температурно-влажностного зондирования атмосферы Земли.

**Комплекс многоканальной спутниковой съёмки среднего разрешения КМСС** — служит для получения изображений подстилающей поверхности в оптическом диапазоне в полосе 1000 км с пространственным разрешением 60 м.

# Основные направления использования космических данных для контроля состояния природных объектов

## Группа спутников «Канопус»

картирование, землепользование, обнаружение очагов лесных пожаров, крупных выбросов загрязняющих веществ в природную среду, мониторинг сельскохозяйственной деятельности, водных ресурсов

## «Обзор-О»

выполнение оперативной съемки территории России

## «Арктика-М»

всепогодный мониторинг поверхности Земли и морей в арктическом регионе (проводится круглосуточно), решение гидрологических и метеорологических задач

## «Ресурс-П» и «Ресурс-ПМ»

создание и обновление топографических карт, контроль загрязнения окружающей среды, заповедных и водоохранных зон, мониторинг чрезвычайных ситуаций, идентификация почв и водных объектов, определение состояния растительности, исследование природных ресурсов.

*В соответствии с концепцией программы «Космическая деятельность России» дальнейшими направлениями в этой области являются развертывание орбитальных группировок с КА нового поколения и продолжение развития существующих космических систем.*