

«Высокодетальный радиолокационный комплекс дистанционного зондирования Земли для КА «Обзор-Р»: ключевые научно-технические решения и основные характеристики»

Г.Б.Голубин

А.И. Коваленко, к.т.н.

А.Х.Кутаранов, к.т.н.

Назначение ВРЛК «Касатка-Р»

- Высокодетальный радиолокационный комплекс (ВРЛК) предназначен для реализации всепогодного и круглосуточного дистанционного зондирования Земли в X-диапазоне радиоволн и обеспечивает формирование обширной номенклатуры информационных продуктов

Внешний вид бортовой аппаратуры ВРЛК



Ключевые особенности ВРЛК

- Построение бортовой аппаратуры на основе приёмо-передающей микрополосковой цифровой активной фазированной антенной решётки (АФАР) X-диапазона.
- Применение сверхширокополосного зондирующего сигнала (с шириной спектра до 600 МГц).
- Реализация технологии цифрового формирования многолучевой диаграммы направленности антенны на приём («Digital Beam Forming (DBF)»).
- Обеспечение высокодетальной кадровой съёмки (ВДК) с высокой разрешающей способностью (0,5-1,0 м) с увеличенными размерами кадров (10×15...20 кв. км) в полосе обзора 2×470 км.
- Возможность реализации большой номенклатуры вариантов режимов наблюдения (в том числе, поляриметрических, многолучевых, а также с функцией СДЦ).
- Обеспечение высокой надёжности БА за счёт высокой степени функционального резервирования.

Наименование режима	ВДК	ДК	УМ	М	ШМ
Размеры кадра или маршрута, км	10×(15...20) (4-5) ×(10...20)	50×50	4000	4000	4000
Разрешение на местности (дальность × азимут), м	1,0×1,0 0,5×0,5	3,0×(3,0...4,5)	5,0×5,0 2,0×2,0	20-40	200-500
Полоса захвата, км	-	-	30 10-22	90-370	400-750
Радиометрическое разрешение, дБ	не хуже 3	не хуже 3	2,0 – 3,0	1,5 – 2,0	1,0 – 1,5
Радиометрическая чувствительность, дБ	-20...-16	-20...-14	-20 -24...-19	-23	-25...-28
Ширина полосы обзора, км	2×470	2×600	2×600 2×470	2×600	2×(400-750)
Точность определения ЭПР, дБ	не хуже 1,5-2				
Поляризационная развязка, дБ	не хуже минус 25 дБ				
Поляризационные характеристики РЛИ "передача"/"приём"	ГГ, ВВ, ВГ, ГВ, ВВ+ВГ, ГГ+ГВ				
Относительная точность измерений высоты (3σ)	6 - 12 м				

Бортовая аппаратура ВРЛК (на основе АФАР с цифровым формированием луча)

Размеры АФАР - 4,0 × 1,7 кв. м



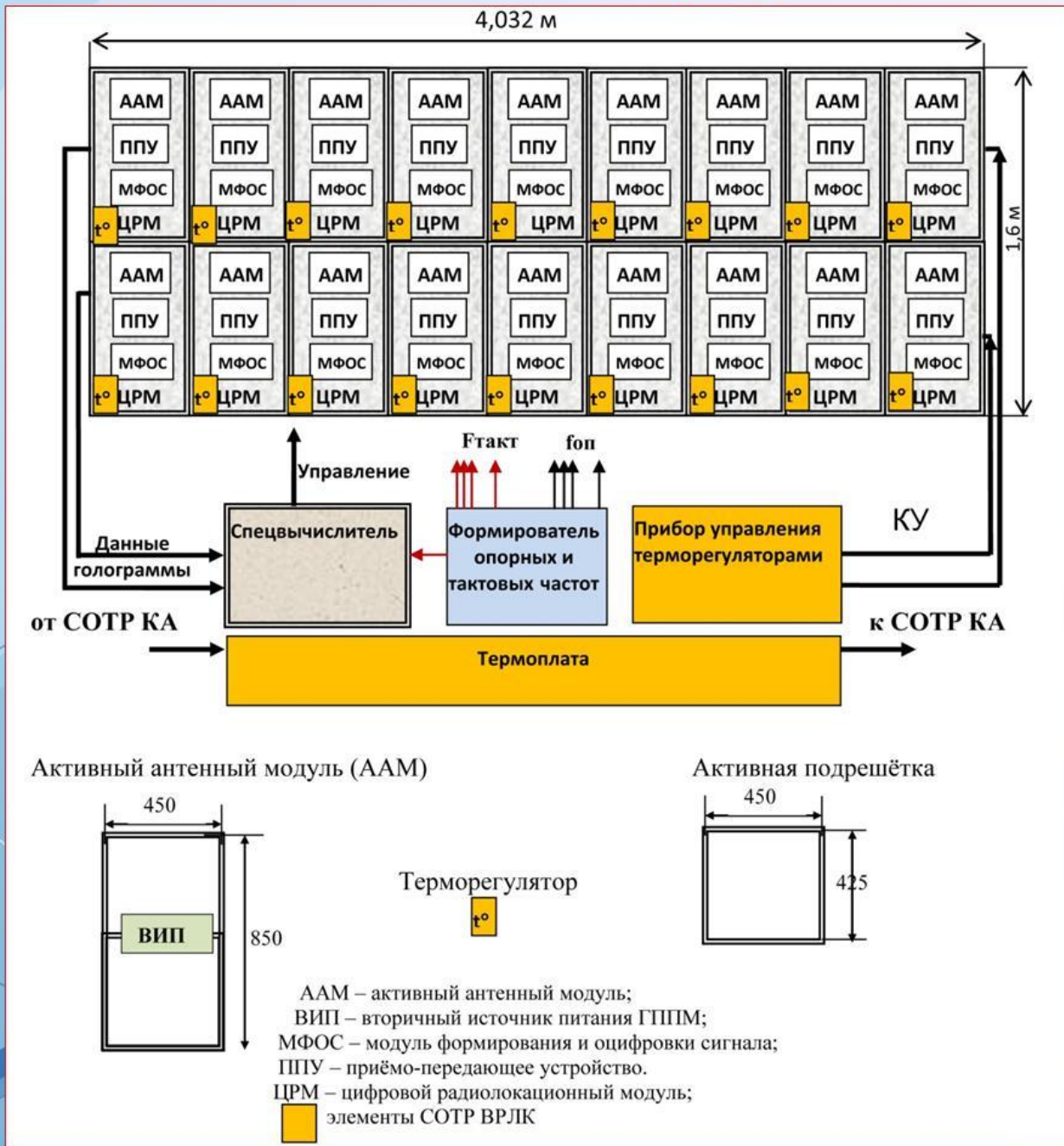
Общее количество приёмо-передающих каналов в АФАР – 1152 (две поляризации)

В составе канала вертикальной (горизонтальной) поляризации цифрового радиолокационного модуля (ЦРМ) (сегмента АФАР)– 32 приёмо-передающих канала.
Общее количество ППК в ЦРМ - 64

Масса бортовой аппаратуры ВРЛК \cong 700 кг

Потребляемая мощность:
 \cong 8800 Вт – в поляриметрических режимах съёмки и ВДК
 \cong 6600 Вт – в режиме съёмки на согласованной поляризации

Структурная схема ВРЛК



В составе радиолокационного канала вертикальной (горизонтальной) поляризации АФАР – 576 приёмно-передающих каналов (ППК).
Общее количество ППК в АФАР - 1152

В составе канала вертикальной (горизонтальной) поляризации цифрового радиолокационного модуля – 32 приёмно-передающих канала.
Общее количество ППК в ЦРМ - 64

Масса БА ВРЛК \cong 640 кг

Потребляемая мощность:
 \cong 8800 Вт – в поляриметрических режимах съёмки и ВДК
 \cong 6600 Вт – в режиме съёмки на согласованной поляризации



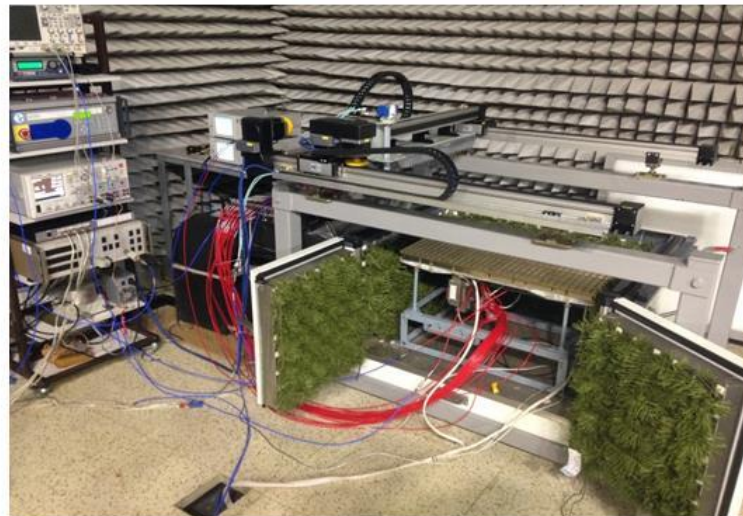
Особенности наземной экспериментальной отработки БА ВРЛК

- 1. Подтверждение характеристик диаграммы направленности полноразмерной АФАР проводится по аттестованной методике методом измерения поля в ближней зоне (в том числе, в заданном температурном диапазоне). Для этого создан уникальный комплексный стенд, включающий, в том числе, камеру тепла холода для и оборудование для измерения ДНА.**
- 2. Отработка характеристик режимов функционирования ВРЛК в составе космического комплекса (КК) (включая формирование конечных информационных продуктов ВРЛК - радиолокационных изображений и др.) проводится с помощью экспериментального радиолокационного комплекса (ЭРЛК) авиационного базирования с цифровой АФАР – авиационного аналога БА ВРЛК.**

Технологическая база для наземной экспериментальной отработки БА ВРЛК



Сегмент АФАР на поворотном устройстве



Сегмент АФАР в камере тепла и холода



Большая камера тепла и холода для испытаний бортовой аппаратуры ВРЛК (включая контроль диаграммы направленности АФАР)



Радиолокационная съёмка местности авиационным прототипом ВРЛК с АФАР



Фрагменты РЛД согласованной VV поляризации (слева) и кроссполаризации VH (справа)

I. Модернизация составных частей бортовой аппаратуры для применения в составе КА типа «Обзор-Р» (до 4-х КА в составе орбитальной группировки)

- **Повышение импульсной мощности приёмо-передающих модулей (ППМ) до 15-20 Вт (реализация выходного усилителя мощности на NGa)**
- **Оптимизация распределения усиления в приёмном тракте ППМ (с целью улучшения его шум-фактора)**
- **Модернизация микрополоскового антенного полотна АФАР (снижение тепловых потерь, оптимизация пространственной структуры)**

II. Применение ВРЛК типа «Касатка-Р» в составе других КА

- **Реализация функционирования при повышенном энергопотреблении БА (повышает радиометрическую чувствительность ВРЛК)**
- **Увеличение геометрических размеров апертуры антенны (повышает радиометрическую чувствительность ВРЛК и расширяет эффективную полосу обзора)**
- **Возможность эффективного применения ВРЛК на КА, функционирующих на разных высотах.**
- **Возможность эффективного применения ВРЛК на КА с эллиптическими орбитами.**

III. Оптимизация конфигурации и параметров цифровой АФАР для реализации технологии цифрового формирования луча в высокоинформативных РЛК (ВИРЛК) нового поколения, размещаемых на энерговооруженных КА и обеспечивающих разрешение 0,1-0,3 м в широкой полосе съёмки.

- 1. Высокодетальный радиолокационный комплекс (ВРЛК) «Касатка-Р» для космического комплекса «Обзор-Р» создаётся с учётом основных тенденций развития технологий высокоинформативного радиолокационного дистанционного зондирования Земли из космоса.**
- 2. В настоящее время бортовая аппаратура ВРЛК проходит испытания в составе КА «Обзор-Р» № 1, ведутся работы по завершению наземной экспериментальной отработки.**
- 3. Ключевые научно-технические решения, принятые в ВРЛК «Касатка-Р», обладают большим модернизационным потенциалом, что позволяет принять их за базовые при наращивании состава орбитальной группировки КА «Обзор-Р», а также при реализации семейства перспективных высокоинформативных радиолокаторов с синтезированной апертурой нового поколения.**

Спасибо за внимание!

