



*Маршалов Д.А.*

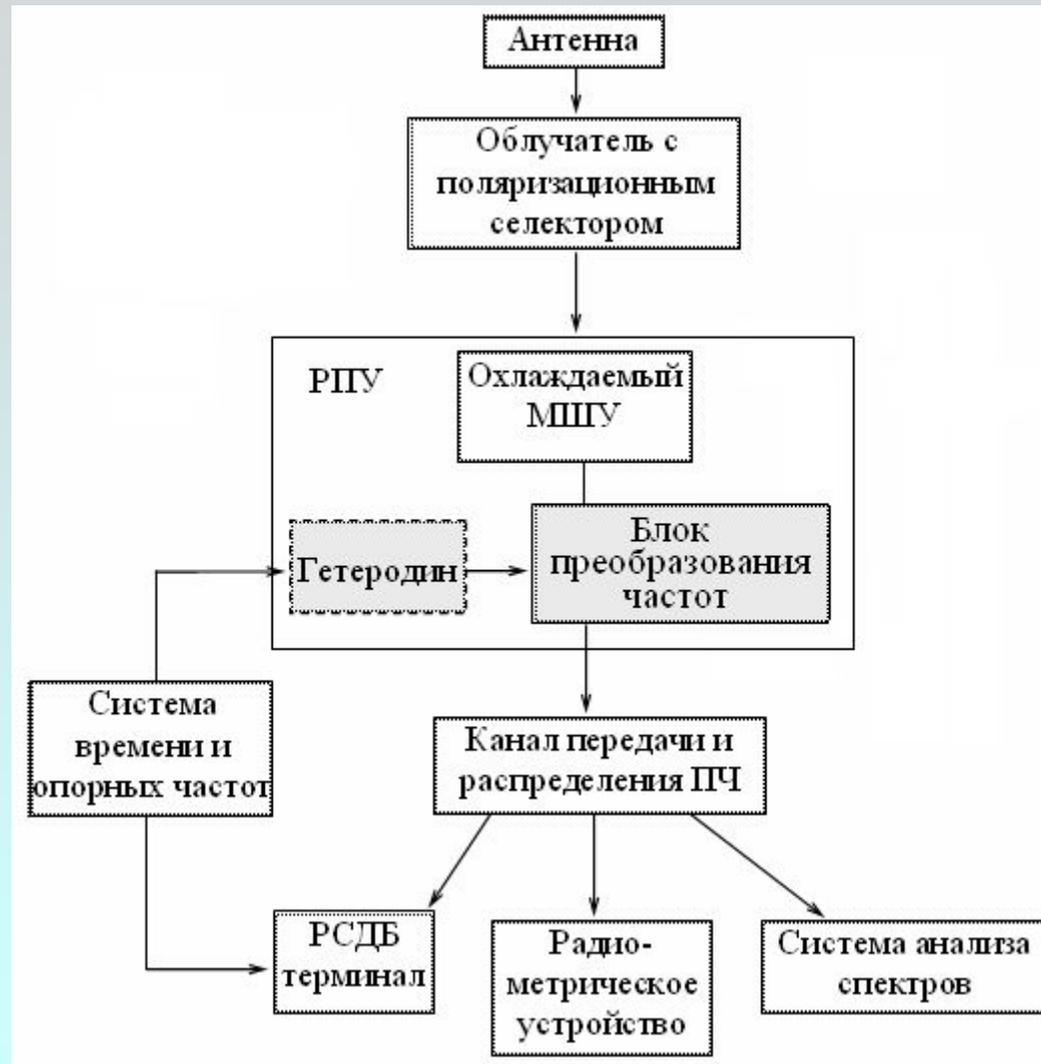
**Модернизация блоков преобразования частот  
радиотелескопов комплекса «Квазар-КВО»  
сантиметрового диапазона волн**

---

Радиоастрономическая конференция

"Повышение эффективности и модернизация радиотелескопов"

пос. Нижний Архыз, 22 - 27 сентября 2008 г.



Типовая схема аппаратуры приема и преобразования сигналов на радиотелескопах комплекса «Квазар-КВО».



## Цели модернизации блоков преобразования частот (БПЧ):

- Повышение надежности для обеспечения непрерывной круглосуточной работы РПУ комплекса «Квазар-КВО»
- Улучшение параметров:
  - ✓ уменьшение неравномерности АЧХ
  - ✓ расширение полосы частот
  - ✓ увеличение динамического диапазона
  - ✓ уменьшения уровня собственных шумов



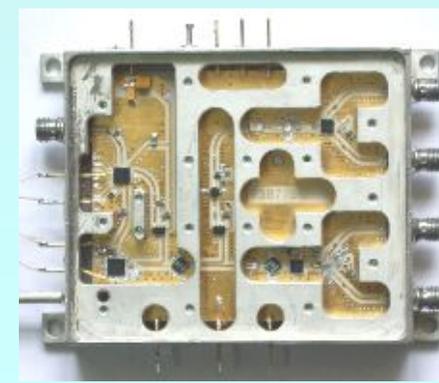
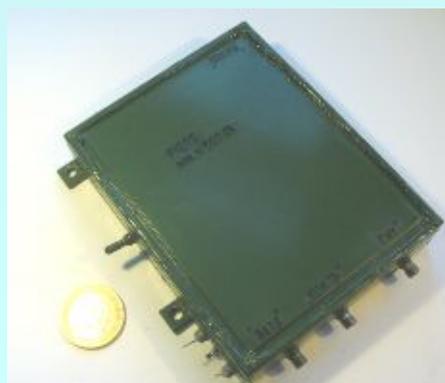
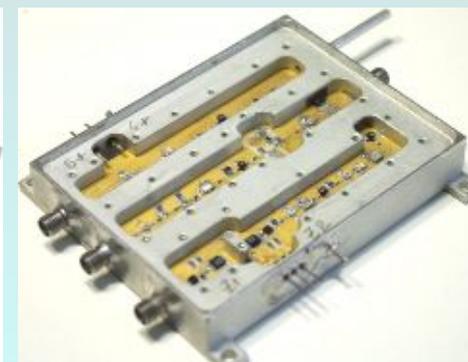
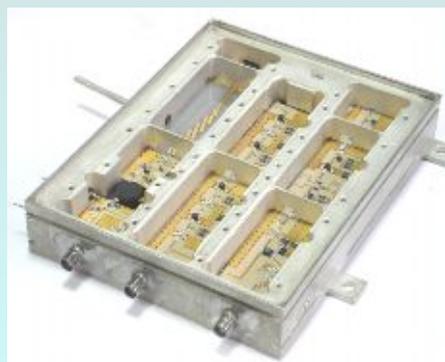
## Средства модернизации

ИПА РАН совместно с ЗАО «РЭЛТА» для БПЧ были разработан комплект микросборок широкополосных каналов усиления и преобразования частот (ШПК) и гетеродинов. Опытные образцы изготовлены в ОАО «Микротехника» (Санкт-Петербург).

В разработках использована современная элементная база, материалы и технологии.

Входные каскады ШПК построены на основе рHEMT MMIC LNA.

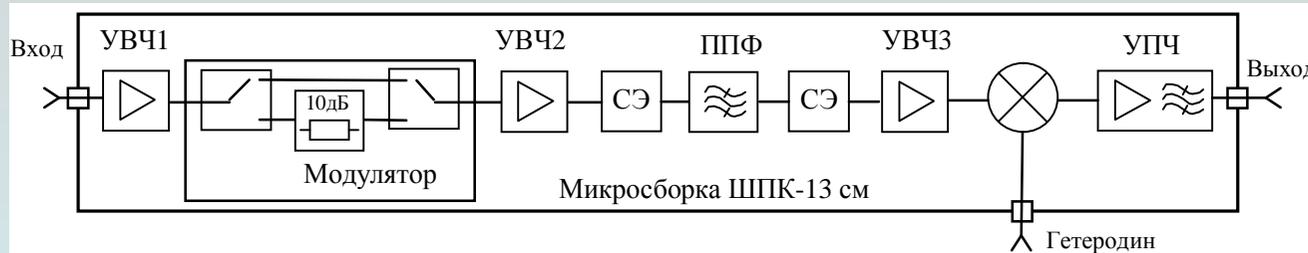
В сигнальных цепях ШПК применяются керамические фильтры на основе LTCC.



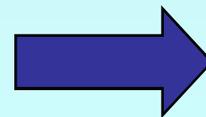
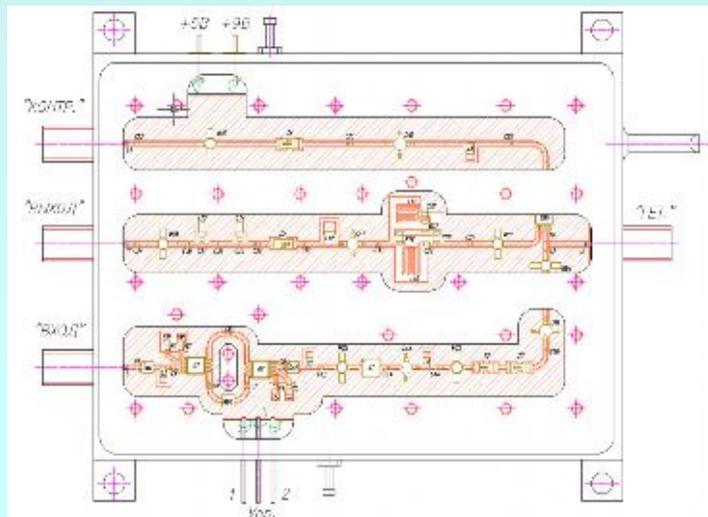


# Микросборка ШПК 13 см

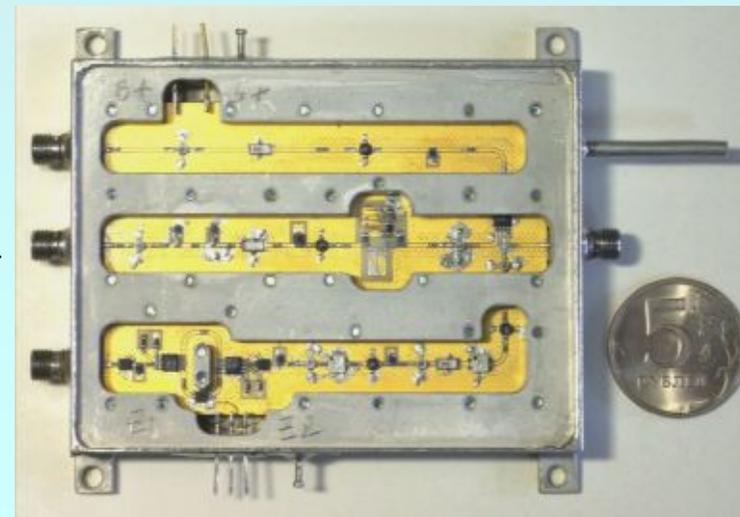
Проектирование от схемы до опытного образца



Эскиз компоновки микросборки

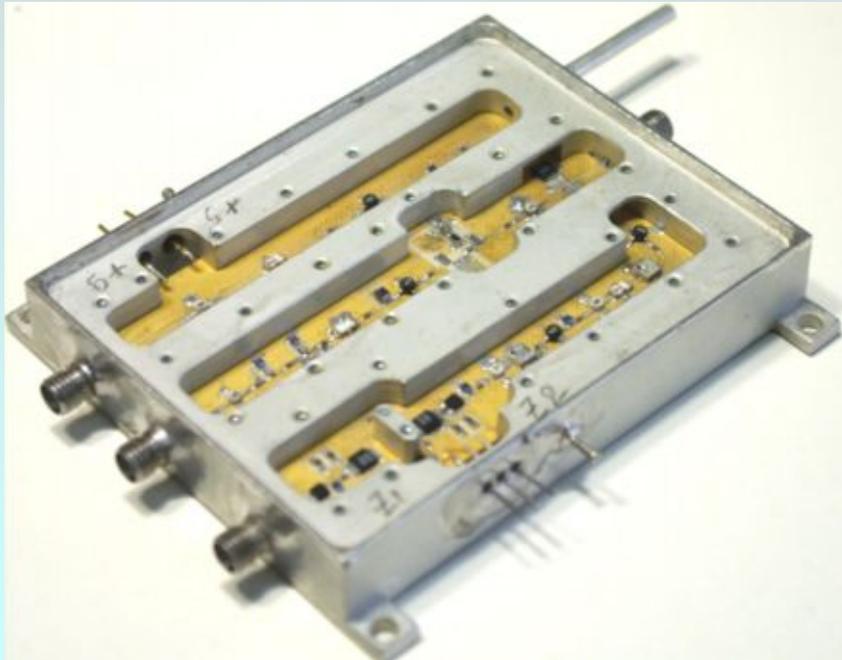


Опытный образец





## Микросборка ШПК 13 см Основные параметры



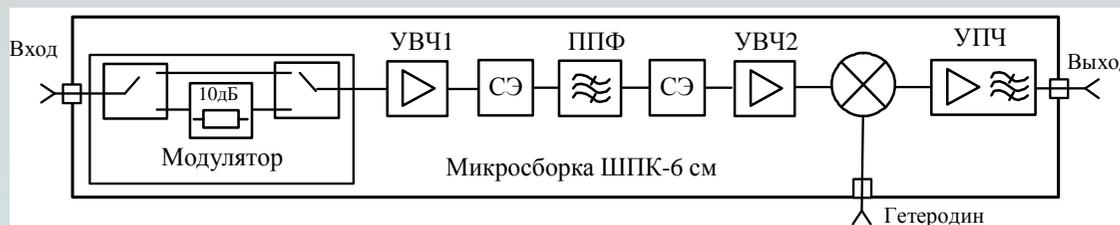
Микросборка ШПК 13 см с  
открытой верхней крышкой

Диапазон входных частот	2.15 – 2.5 ГГц
Диапазон выходных частот	0.13 – 0.48 ГГц
Частота гетеродина	2.02 ГГц
Мощность сигнала гетеродина	7–16 мВт
КСВН сигнальных входа (выхода)	2 (1.8)
КСВН гетеродинного входа	1.4
Коэффициент передачи	35 дБ
Неравномерность коэффициента	$\leq 1$ дБ
Температурный коэффициент усиления	$\leq 0.05$ дБ/°С
Глубина модуляции	10 дБ
Коэффициент собственного шума (К)	$\leq 1.7$ дБ (150)
Ослабление зеркального канала	$\geq 60$ дБ
Верхняя граница линейности амплитудной характеристики	$\geq 5$ мВт
Динамический диапазон	$\geq 60$ дБ
Питание	+5В (120 мА), +9В(230мА)
Габаритные размеры	110×84×16 мм

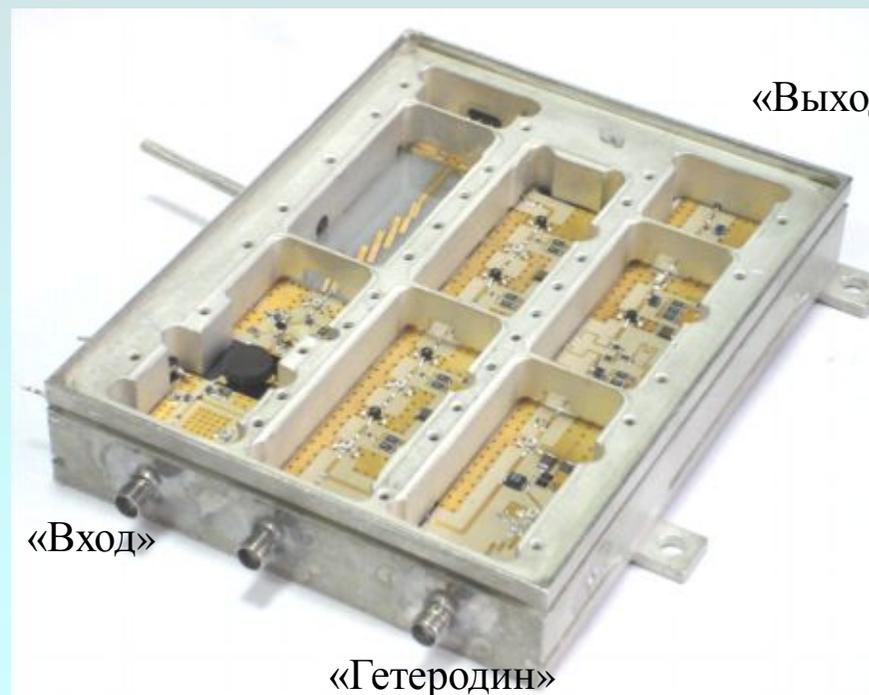


## Микросборка ШПК 6 см

### Основные параметры:

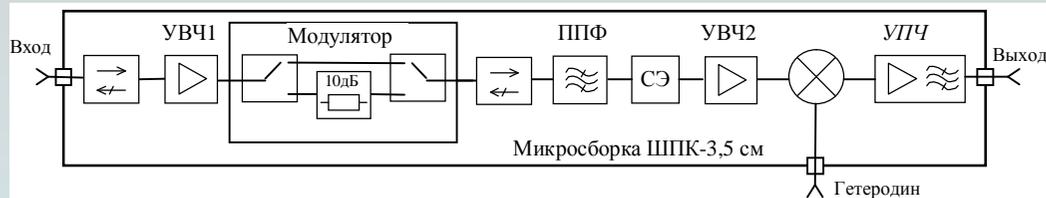


Диапазон входных частот	4,6 – 5,5 ГГц
Диапазон выходных частот	0,1 – 1 ГГц
Частота гетеродина	4,5 ГГц
Мощность сигнала гетеродина	7–16 мВт
КСВН сигнальных входа (выхода)	1,8 (2,5)
КСВН гетеродинного входа	1,3
Коэффициент передачи	32 дБ
Неравномерность коэффициента	$\leq 2$ дБ
Глубина модуляции	10 дБ
Коэффициент собственного шума	$\leq 4,5$
Ослабление зеркального канала	$\geq 30$ дБ
Питание	+5В (30 мА), +9В(350мА)
Потребляемая мощность	3,3 Вт
Габаритные размеры	127,5×99×24,5мм



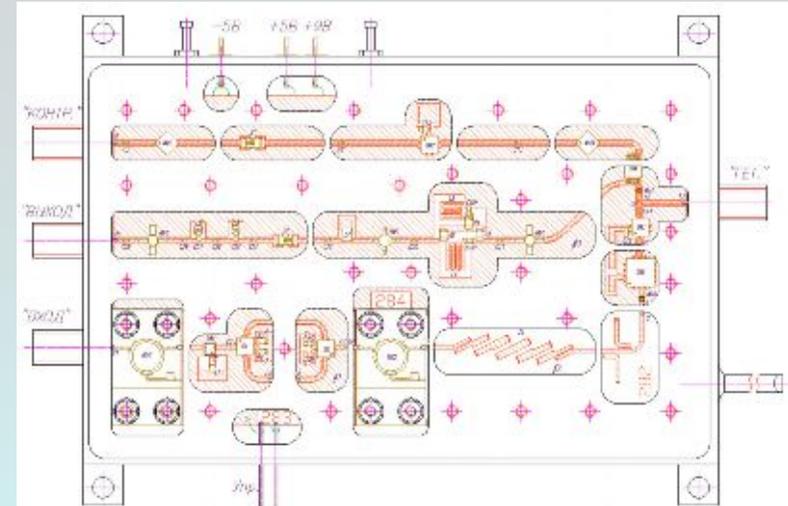


## Микросборка ШПК 3,5 см

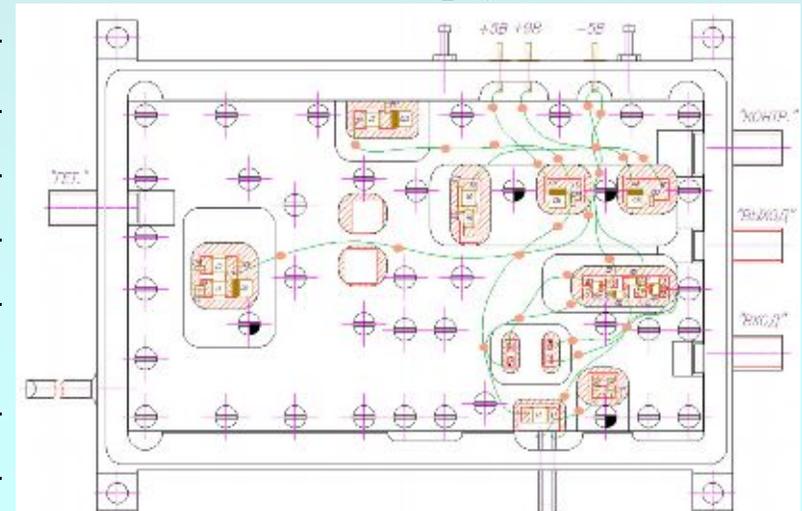


Диапазон входных частот	8.18 – 9.08 ГГц
Диапазон выходных частот	0.1 – 1 ГГц
Частота гетеродина	8.08 ГГц
Мощность сигнала гетеродина	7–16 мВт
Коэффициент передачи	35 дБ
Неравномерность коэффициента	≤ 2 дБ
Температурный коэффициент усиления	≤ 0.1 дБ/°С
Глубина модуляции	10 дБ
Коэффициент собственного шума (К)	≤ 2.6 дБ (250)
Ослабление зеркального канала	≥ 30 дБ
Верхняя граница линейности амплитудной характеристики	≥ 5 мВт
Динамический диапазон	≥ 60 дБ
Питание	≤ 2 Вт
Габаритные размеры	130 × 85 × 18 мм

## Эскиз компоновки



Вид сверху

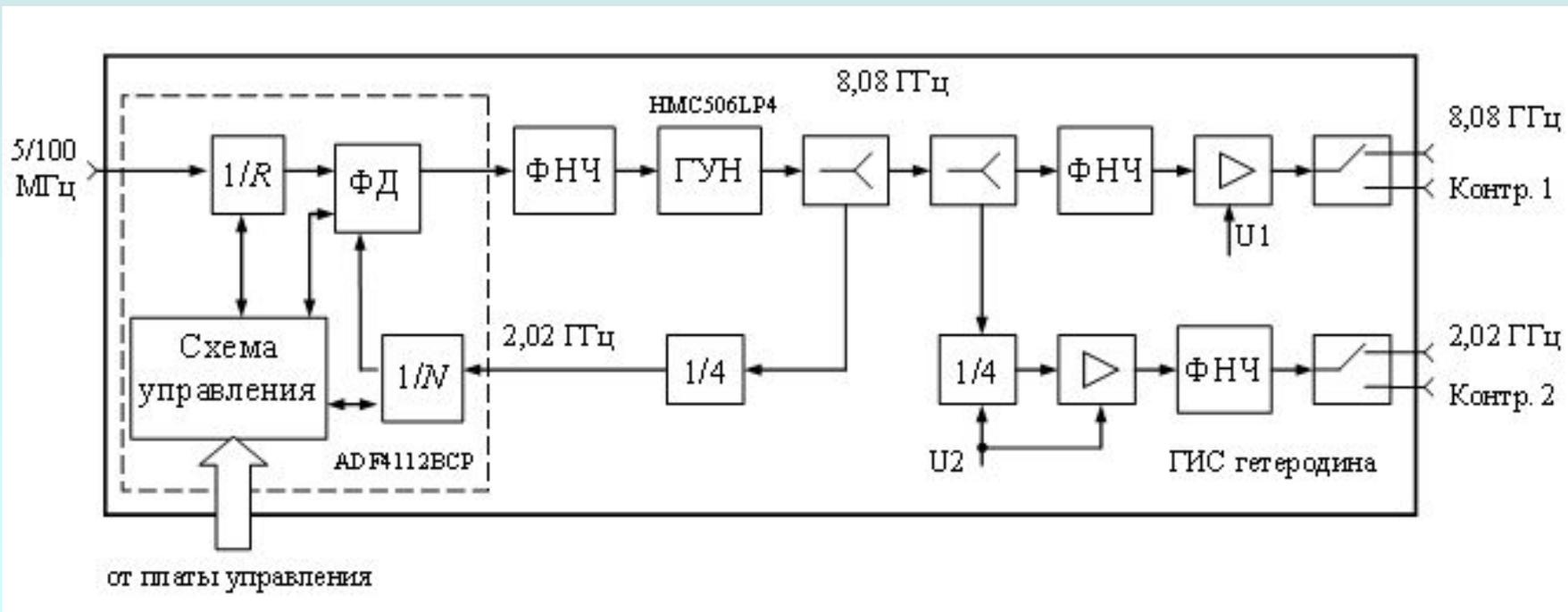


Вид снизу



## Микросборка гетеродина 2.02 / 8.08 ГГц

- Простота и надежность однокольцевой схемы ФАПЧ
- Возможность выбора частоты опорного сигнала (5/10/100 МГц)
- Одновременное подключение к выходам 2.02 и 8.08 ГГц
- Возможность отключения неиспользуемого выхода
- Изменение выходной частоты сигнала в пределах 1.95-2.06 ГГц (7.8-8.24 ГГц)

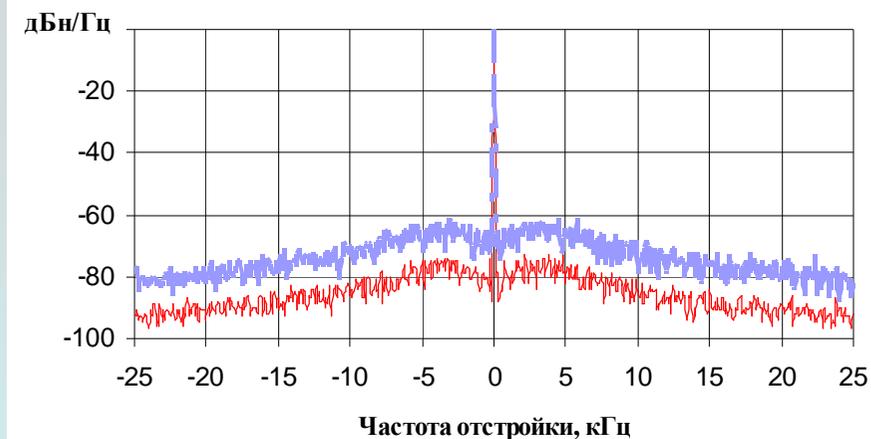




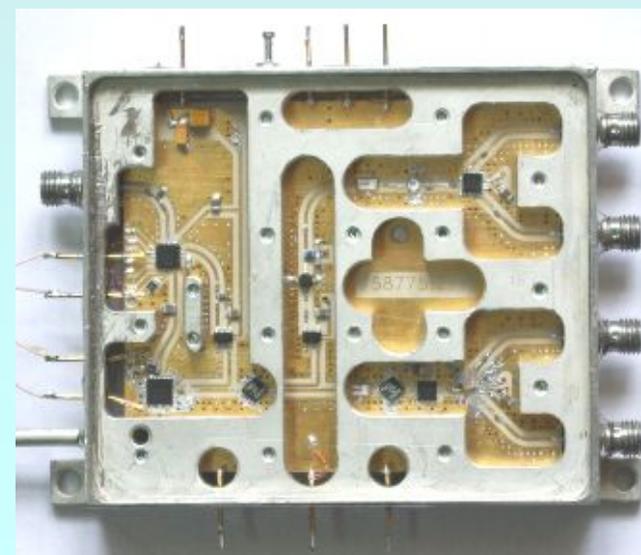
## Микросборка гетеродина 2.02/8.08 ГГц

### Основные характеристики

Опорная частота	5, 10, 100 МГц	
Выходная частота гетеродина	2.02ГГц	8.08ГГц
Уровень выходной мощности	$\geq 10$ мВт	$\geq 10$ мВт
Уровень фазовых шумов при отстройке на		
100 Гц	$\leq -80$ дБ	$\leq -70$ дБ
10 кГц	$\leq -80$ дБ	$\leq -70$ дБ
100 кГц	$\leq -90$ дБ	$\leq -80$ дБ
Уровень побочных дискретных составляющих	$\leq -55$ дБ	$\leq -50$ дБ
Ослабление гармоник гетеродина	$\geq 50$ дБ	$\geq 40$ дБ
Температурный коэффициент мощности	0,06мВт/°С	0,1мВт/°С
Питание	$\leq 2,4$ Вт	
Габаритные размеры	94 × 68 × 15 мм	



Спектр гетеродина на частотах 2.02ГГц (нижняя кривая) и 8.08ГГц (верхняя кривая) с разрешением 1 Гц





## Блок преобразования частот 13 см

БПЧ включает в себя:

- Микросборку ШПК 13 см
- Микросборку гетеродина 2.02/8.08 ГГц
- Источник вторичного электропитания
- Устройство управления термостатом



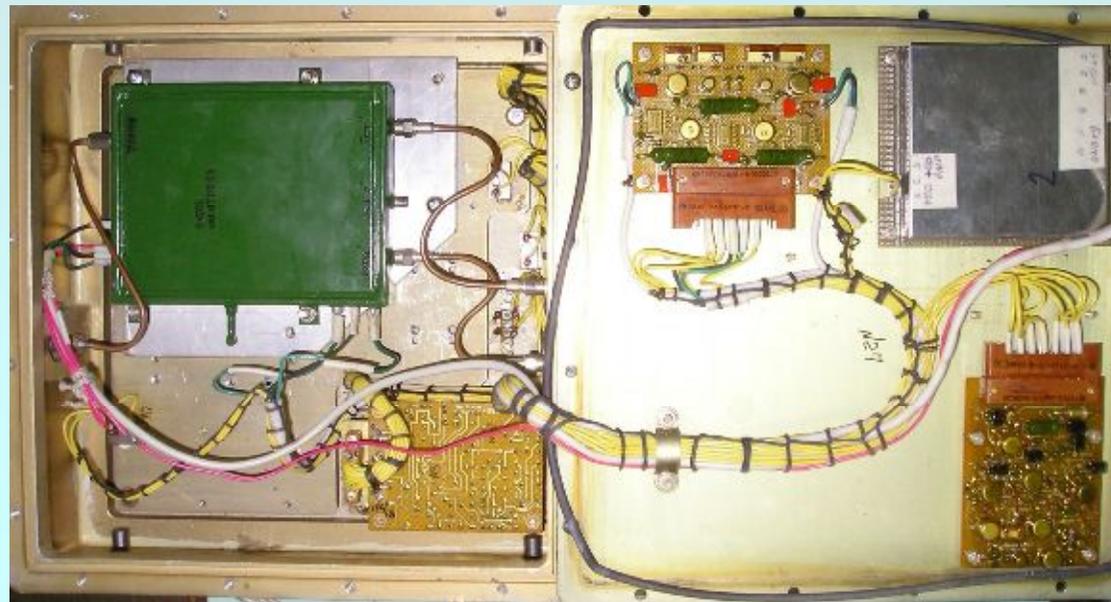
Фото макета БПЧ 13 см



## Блок преобразования частот 6 см

БПЧ включает в себя:

- Микросборку ШПК 6 см
- Источник вторичного электропитания
- Устройство управления термостатом





## Основные параметры БПЧ 13 и 3.5 см

Параметр	БПЧ 13 см	БПЧ 3.5 см
Диапазон входных частот	2.15 – 2.5 ГГц	8.18 – 9.08 ГГц
Диапазон выходных частот	0.13 – 0.48 ГГц	0.1 – 1 ГГц
Частота гетеродина	2.02 ГГц	8.08 ГГц
Мощность сигнала гетеродина	7–16 мВт	7–16 мВт
Коэффициент передачи	35 дБ	35 дБ
Неравномерность коэффициента усиления	$\leq 1$ дБ	$\leq 2$ дБ
Температурный коэффициент усиления	$\leq 0.05$ дБ/°С	$\leq 0.1$ дБ/°С
Глубина модуляции	10 дБ	10 дБ
Коэффициент собственного шума (К)	$\leq 1.7$ дБ (150)	$\leq 2.6$ дБ (250)
Ослабление зеркального канала	$\geq 60$ дБ	$\geq 30$ дБ
Верхняя граница линейности амплитудной характеристики	$\geq 5$ мВт	$\geq 5$ мВт
Динамический диапазон	$\geq 60$ дБ	$\geq 60$ дБ
Напряжение электропитания	18÷36 В	
Габаритные размеры	255 × 250 × 120 мм	



## Состояние:

- БПЧ 6 см установлен и введен в эксплуатацию в обсерватории «Бадары»
- Макет БПЧ 13 см установлен и введен в эксплуатацию в обсерватории «Светлое»
- Микросборки гетеродинов 2.02/8.08 ГГц проходят тестирование и настройку
- Закончена разработка микросборки ШПК 3.5 см и в настоящее время идет ее изготовление
- К концу года планируется собрать БПЧ 3.5 см для обсерваторий «Светлое» и «Бадары»



Спасибо за внимание