



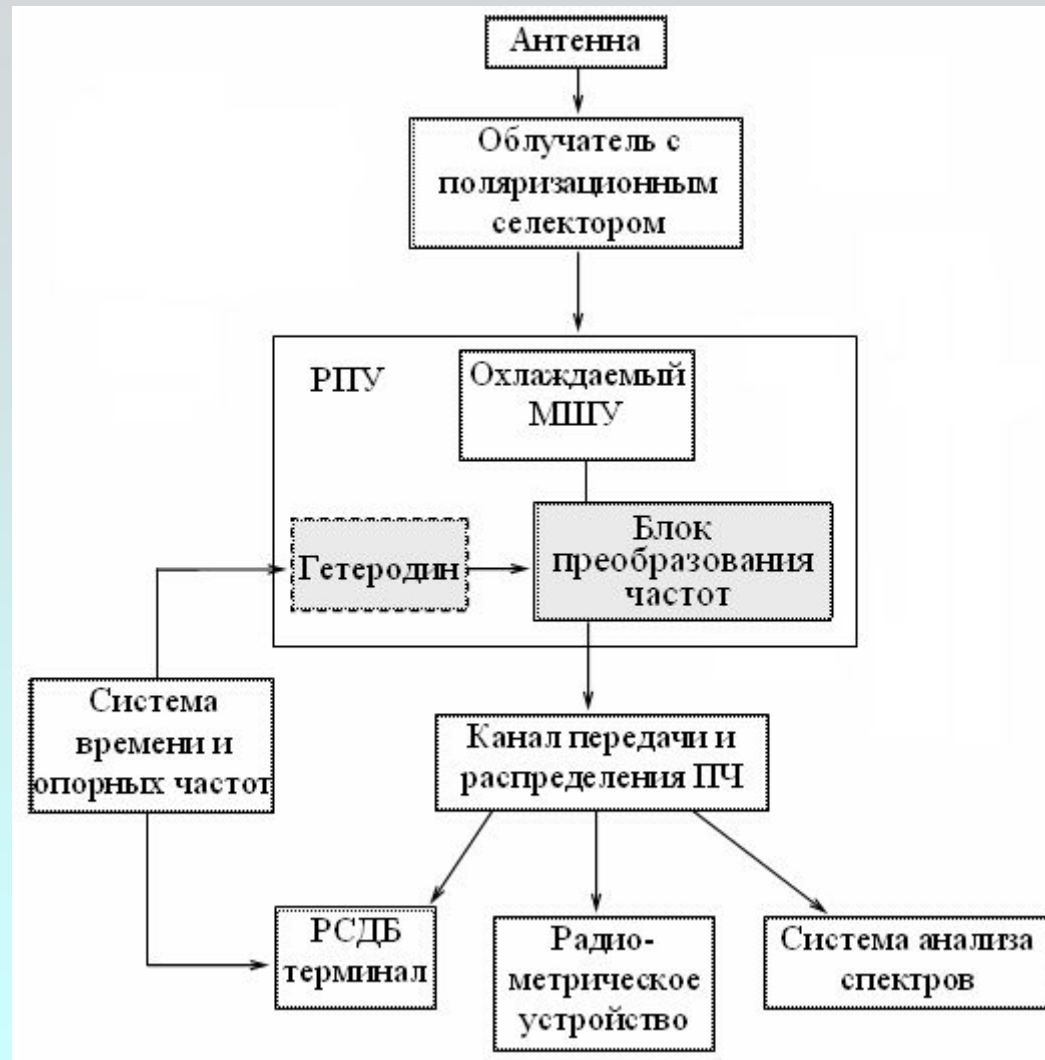
Маршалов Д.А.

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



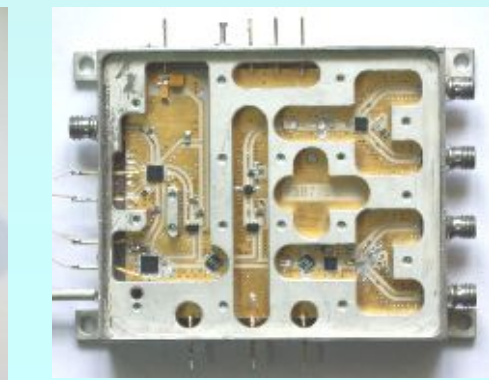
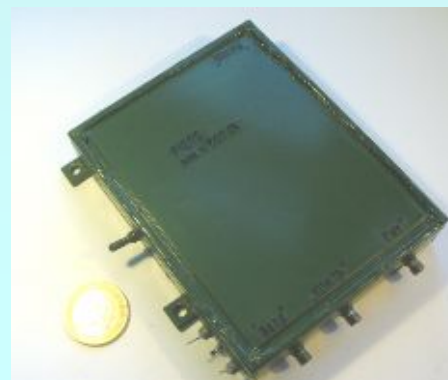
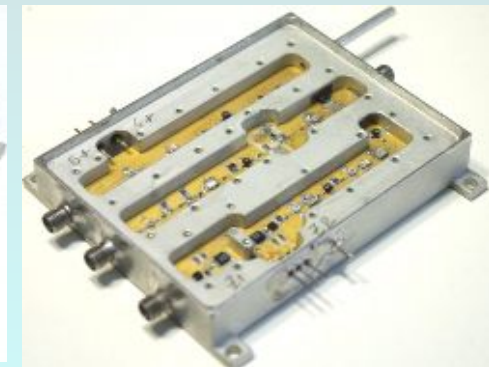
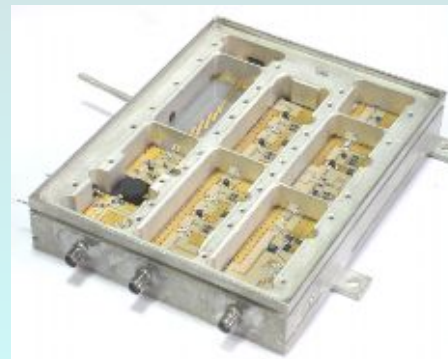
Средства модернизации

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.

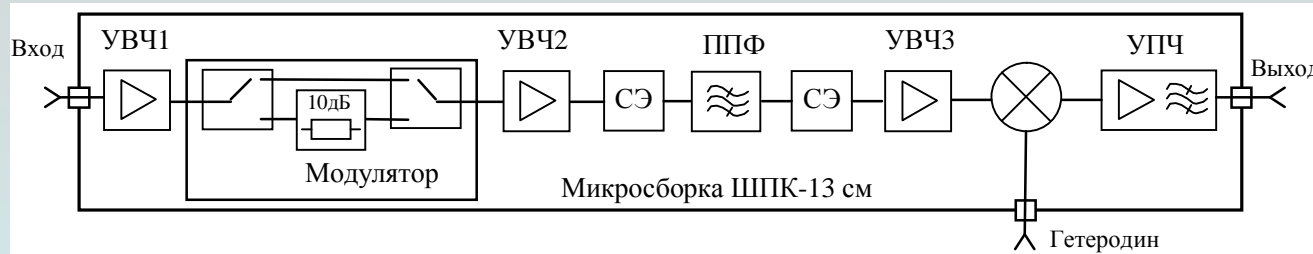
В сигнальных цепях ШПК применяются керамические фильтры на основе LTCC.



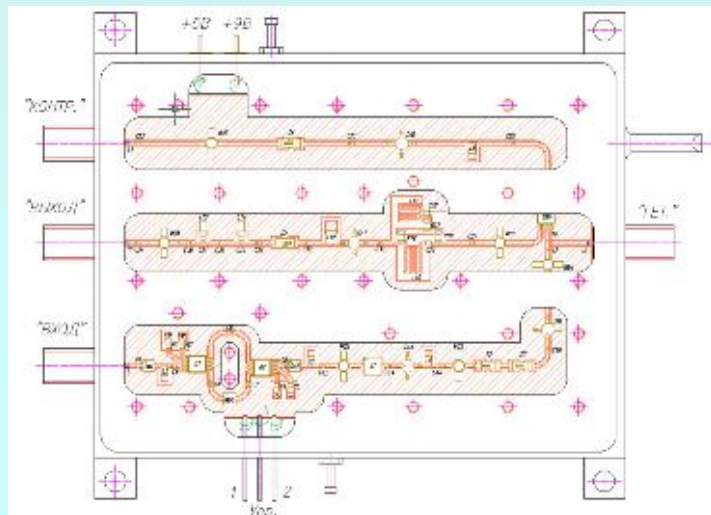


Микросборка ШПК 13 см

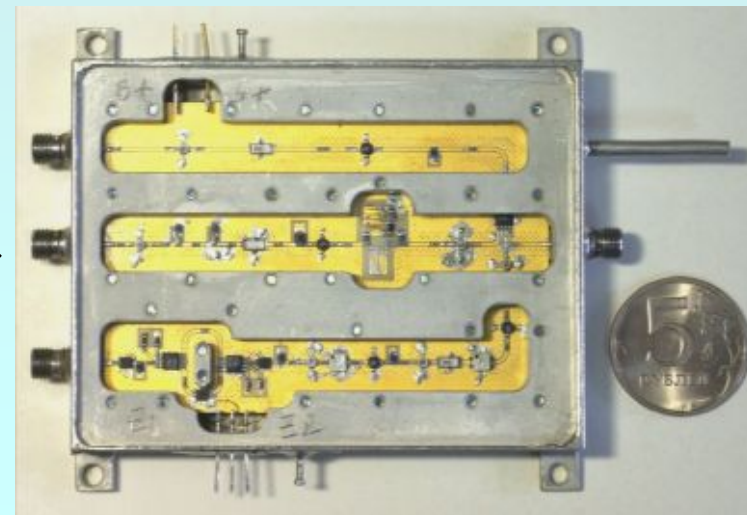
Проектирование от схемы до опытного образца



Эскиз компоновки микросборки

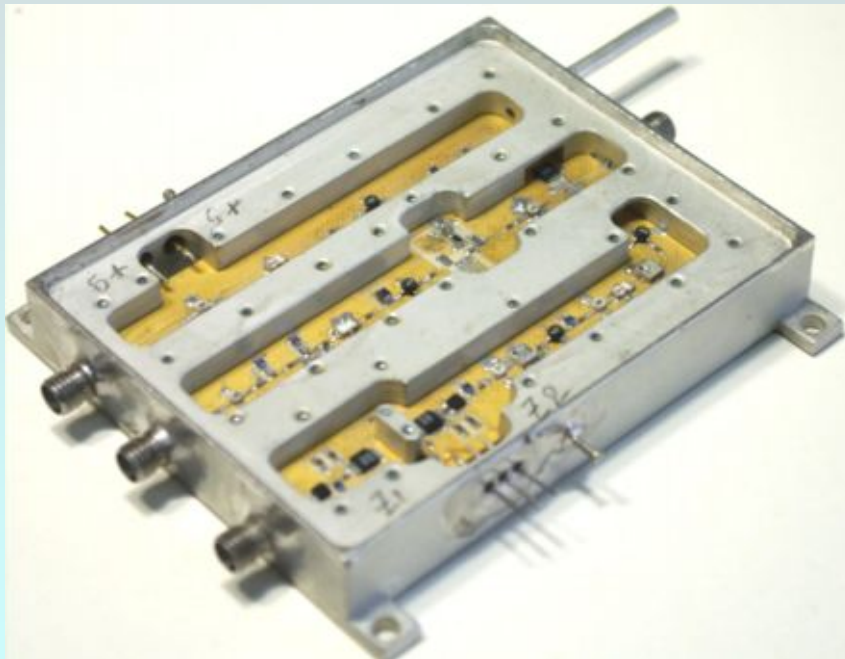


Опытный образец





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 | ≤ 1 дБ |
| Температурный коэффициент усиления | ≤ 0.05 дБ/°С |
| Глубина модуляции | 10 дБ |
| Коэффициент собственного шума (К) | ≤ 1.7 дБ (150) |
| Ослабление зеркального канала | ≥ 60 дБ |
| Верхняя граница линейности амплитудной характеристики | ≥ 5 мВт |
| Динамический диапазон | ≥ 60 дБ |
| Питание | +5В (120 мА), +9В(230мА) |
| Габаритные размеры | 110×84×16 мм |

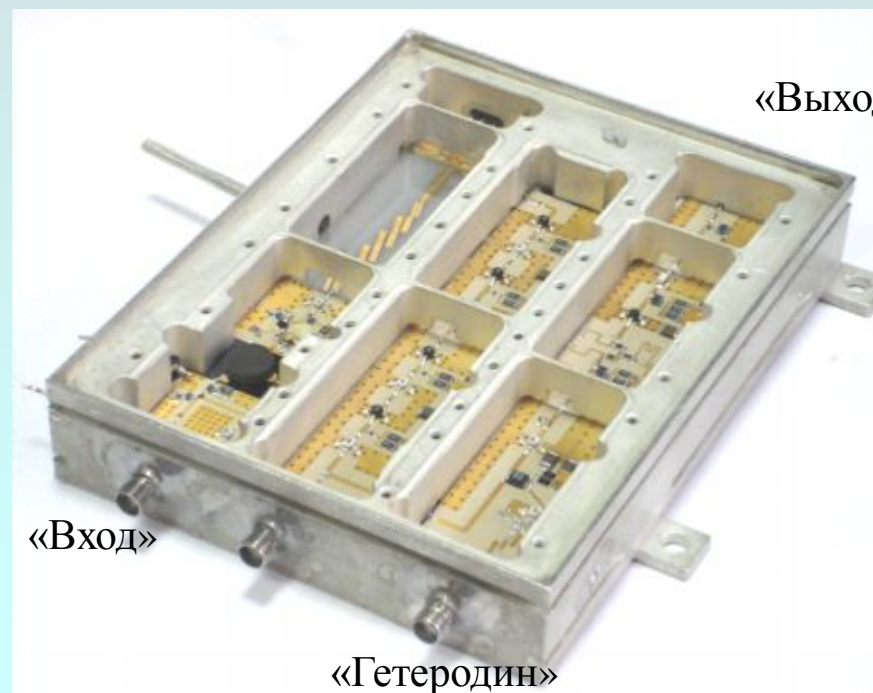


Микросборка ШПК 6 см

Основные параметры:

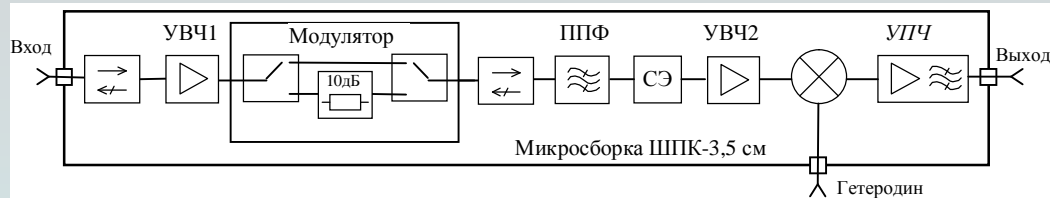


| | |
|--------------------------------|----------------------------|
| Диапазон входных частот | 4,6 – 5,5 ГГц |
| Диапазон выходных частот | 0,1 – 1 ГГц |
| Частота гетеродина | 4,5 ГГц |
| Мощность сигнала гетеродина | 7–16 мВт |
| КСВН сигнальных входа (выхода) | 1,8 (2,5) |
| КСВН гетеродинного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



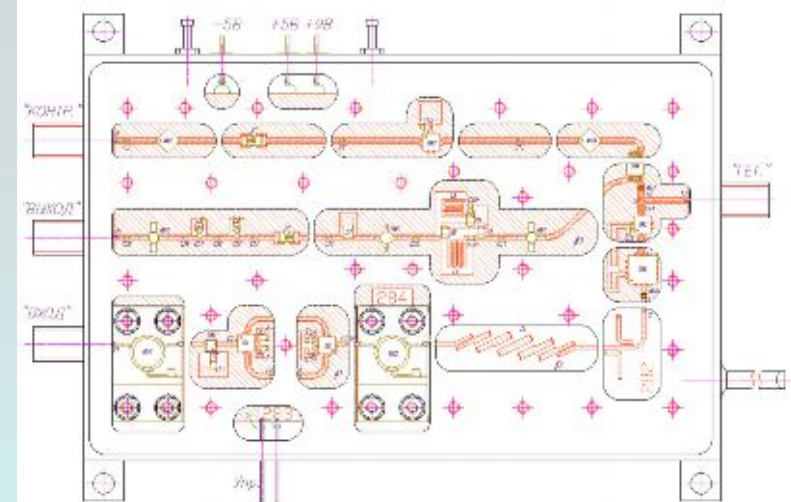


Микросборка ШПК 3,5 см

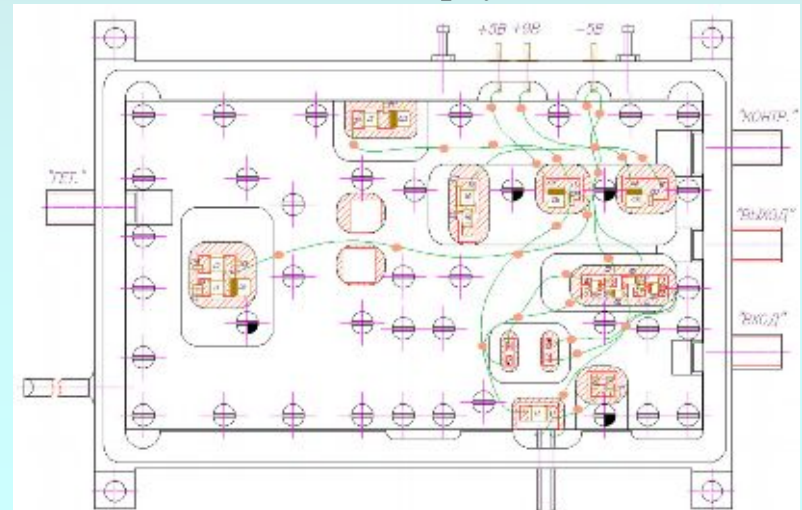


| | |
|---|------------------|
| Диапазон входных частот | 8.18 – 9.08 ГГц |
| Диапазон выходных частот | 0.1 – 1 ГГц |
| Частота гетеродина | 8.08 ГГц |
| Мощность сигнала гетеродина | 7–16 мВт |
| Коэффициент передачи | 35 дБ |
| Неравномерность коэффициента | ≤ 2 дБ |
| Температурный коэффициент усиления | ≤ 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

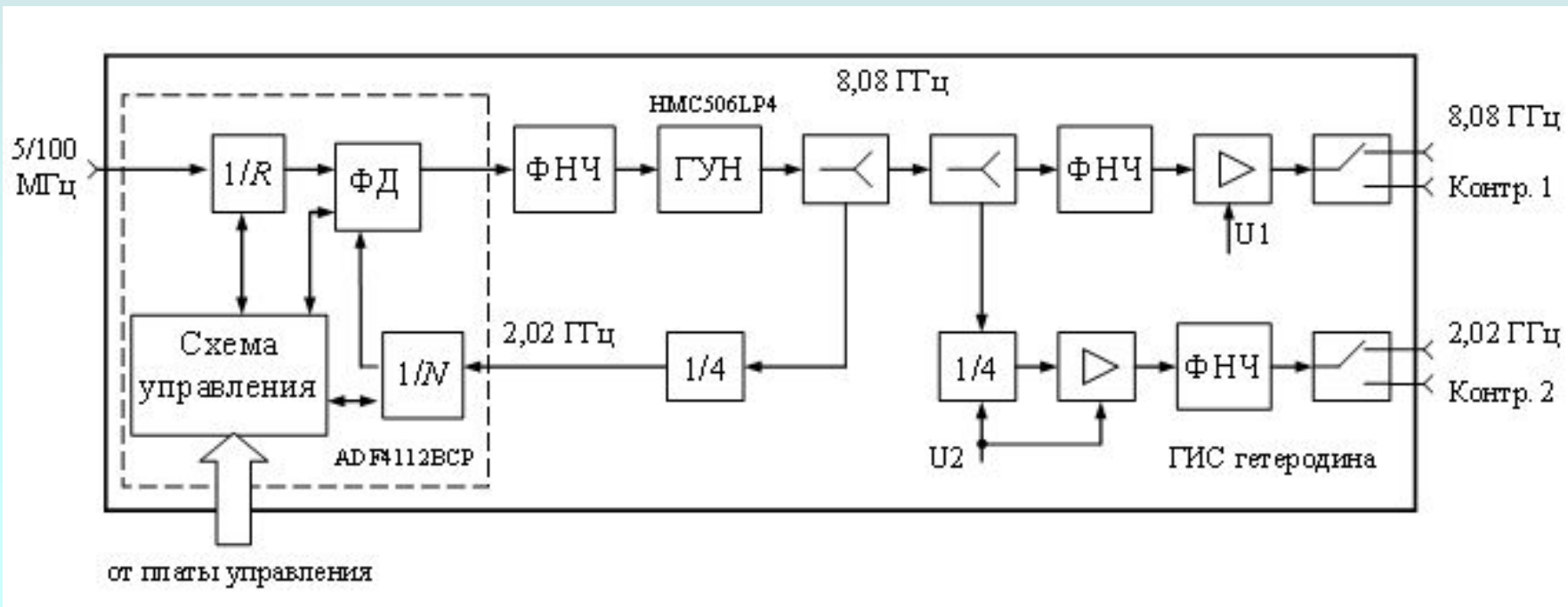


Вид снизу



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)

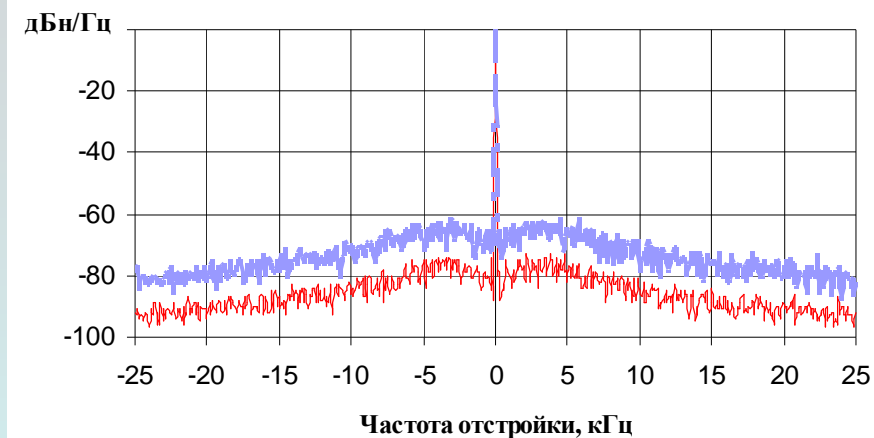




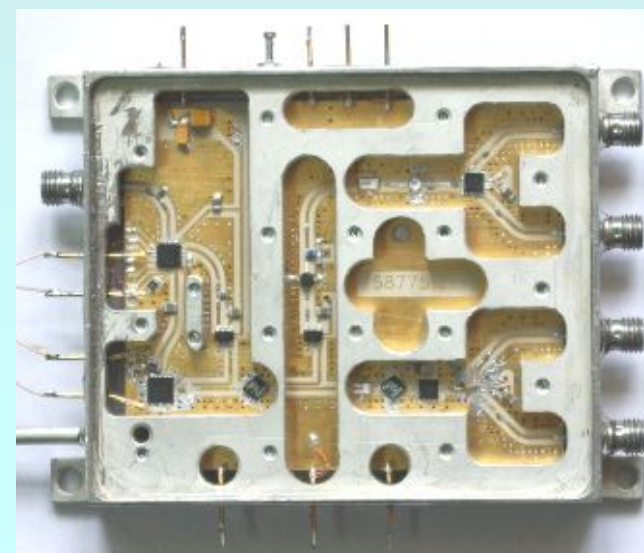
Микросборка гетеродина 2.02/8.08 ГГц

Основные характеристики

| | | |
|--|-----------------|---------------|
| Опорная частота | 5, 10, 100 МГц | |
| Выходная частота гетеродина | 2.02ГГц | 8.08ГГц |
| Уровень выходной мощности | ≥ 10 мВт | ≥ 10 мВт |
| Уровень фазовых шумов при отстройке на | | |
| 100 Гц | ≤ -80 дБ | ≤ -70 дБ |
| 10 кГц | ≤ -80 дБ | ≤ -70 дБ |
| 100 кГц | ≤ -90 дБ | ≤ -80 дБ |
| Уровень побочных дискретных составляющих | ≤ -55 дБ | ≤ -50 дБ |
| Ослабление гармоник гетеродина | ≥ 50 дБ | ≥ 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



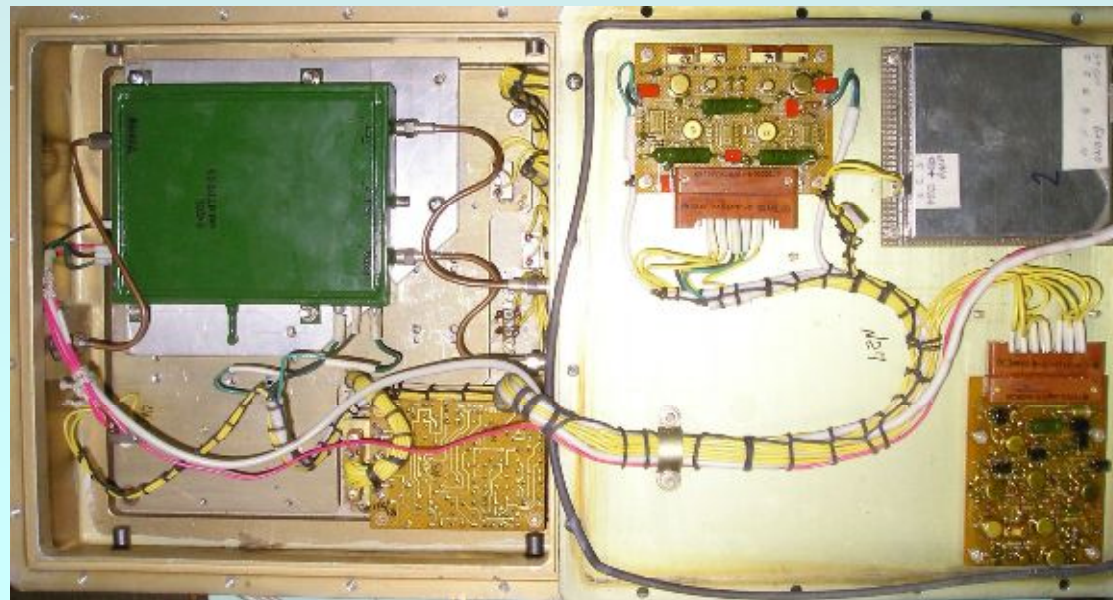
Фото макета БПЧ 13 см



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 | ≤ 1 дБ | ≤ 2 дБ |
| Температурный коэффициент усиления | ≤ 0.05 дБ/°С | ≤ 0.1 дБ/°С |
| Глубина модуляции | 10 дБ | 10 дБ |
| Коэффициент собственного шума (К) | ≤ 1.7 дБ (150) | ≤ 2.6 дБ (250) |
| Ослабление зеркального канала | ≥ 60 дБ | ≥ 30 дБ |
| Верхняя граница линейности амплитудной характеристики | ≥ 5 мВт | ≥ 5 мВт |
| Динамический диапазон | ≥ 60 дБ | ≥ 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