

Многоканальный приемник 8 ММ диапазона с разделением каналов по радио частоте

(1) В.М.Богод, В.Б.Хайкин,
(2) В.Н.Радзиховский, С.Е.Кузьмин, С.В.Шлензин

(1) Санкт-Петербургский Филиал САО РАН, vbog@sao.ru
(2) НПФ Айсберг- НТ, Санкт-Петербург

ВВЕДЕНИЕ

Радиоизлучение Солнца анализируется на РАТАН-600 в диапазоне 0.75 ГГц – 18 ГГц с частотным разрешением около 1%. С этой целью реализовано 112 приемных каналов для каждой из двух круговых поляризаций (Богод, Алесин, Перваков, 2011).

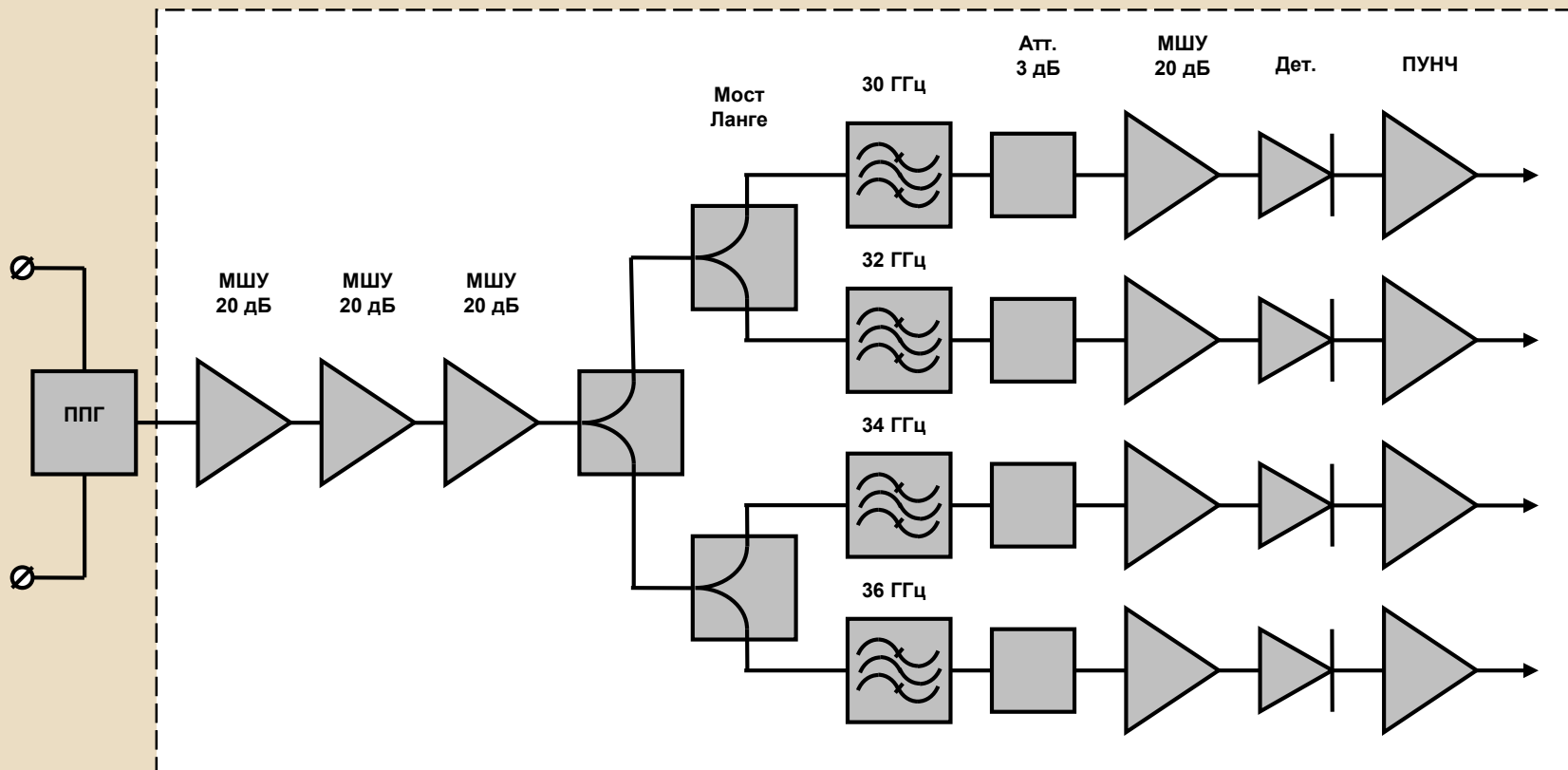
Продуктивность этих исследований направляет нас на освоение мм-диапазона, где согласно нашим поисковым работам у РАТАН-600 имеется определенный потенциал. Создаваемый приемный комплекс несет в себе цели как поисковые (для изучения характеристик антенной системы), так и расширения уже существующего диапазона частот для наблюдений Солнца и опорных источников..

- Для этого была поставлена задача по перекрытию диапазона 30-40 ГГц на ряде частотных каналах и создание многоканального приемного комплекса (МП) с полосой канала 450-900 МГц, что составляет 1.25-2.5% в 8 мм диапазоне.

ВВЕДЕНИЕ

- Идеология комплекса основана на создании ряда высокодобротных полосно-пропускающий фильтров (ППФ), от избирательности которых зависит достижимое число каналов и развязка между ними.
- Обычно ППФ МП реализуются на промежуточной частоте, что значительно упрощает их изготовление и достижение необходимой развязки между каналами. Переход на ПЧ требует высокостабильного гетеродина с низким уровнем амплитудно-фазовых шумов и подавления зеркальных каналов что представляет значительную сложность в ММ диапазоне.
- Частотное разделение каналов на радио частоте лишено подобных недостатков однако в наиболее компактном микрополосковом исполнении сопряжено с рядом технологических сложностей.
- Среди них построение приемника прямого усиления с высоким КУ по СВЧ, достижение широкого динамического диапазона, изготовление высокодобротных ППФ и широкополосных делителей мощности.

Блок-схема 4-х канального МП



Основные параметры и характеристики 8-ми канального двухполяризованного МП

Схема приемника:

прямого усиления

Измеряемая поляризация

L и R

Развязка поляризаций

> 20 дБ

Режим работы

Полной мощности/ модуляционный

Частотный диапазон

30-40 ГГц

Число каналов

8 (на частоты 30 ГГц, 32 ГГц, 34 ГГц, 36 ГГц, 38 ГГц, 40 ГГц, 30-40 ГГц –широкий канал, один канал резервный)

Полоса узкого канала:

**по уровню -3 дБ +/-0.5 ГГц
по уровню -20 дБ - +/-0.8 ГГц**

Основные параметры и характеристики 8-ми канального двухполяризованного МП

Шумовая температура канала:

не более 300 К

Неравномерность АЧХ в канале:

не более 3 дБ

Развязка соседних каналов

не менее 20 дБ

**Чувствительность на канал в режиме
полной мощности –**

25 мК/Гц^{-1/2}

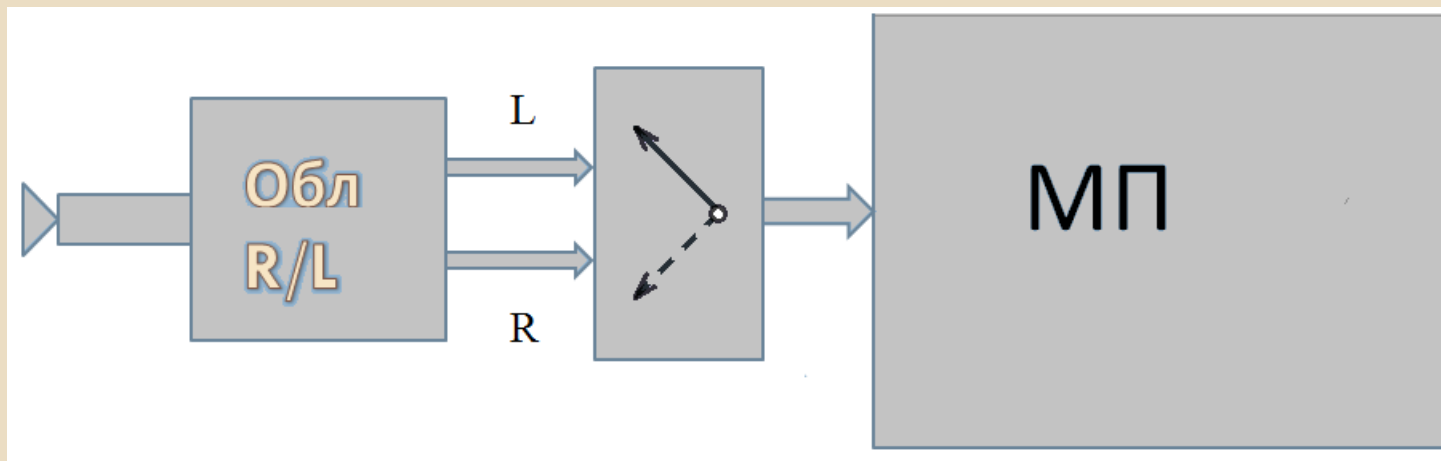
**Температурный коэффициент передачи
каналов**

1.3+-0.1 мВ/К.

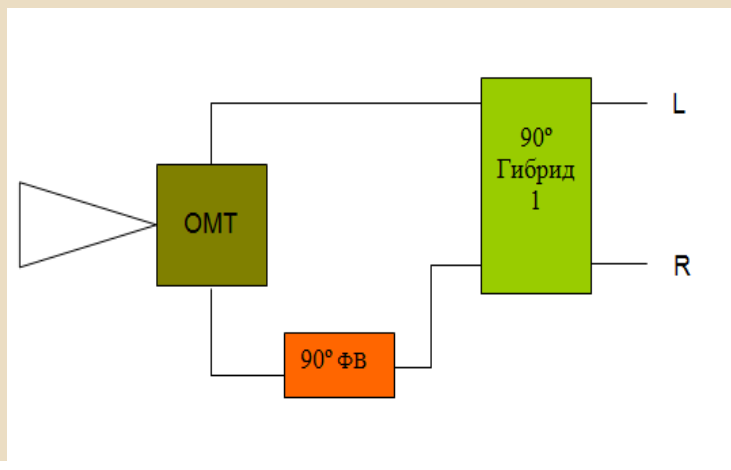
**Динамический диапазон аналоговой
части (ограничен насыщением
детектора):**

30-35 дБ

Схема входной части МП



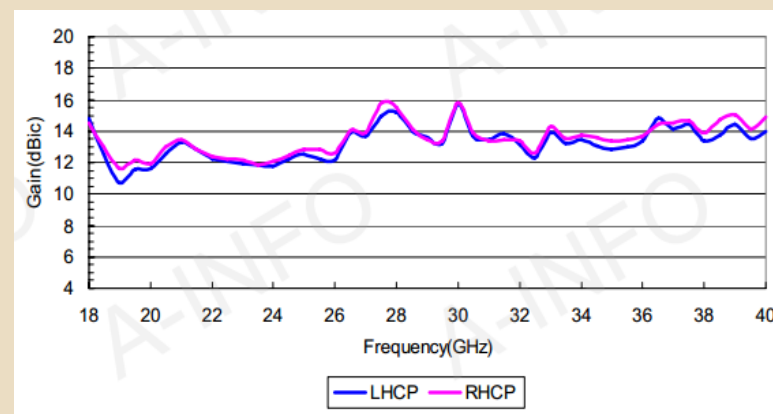
В качестве облучателя круговой поляризации предлагается использовать широкополосную рупорную антенну Chengdu AINFO Inc. с преобразованием двух ортогональных линейных поляризаций в круговые с помощью гибридного 90° моста и фазового сдвига 90° .



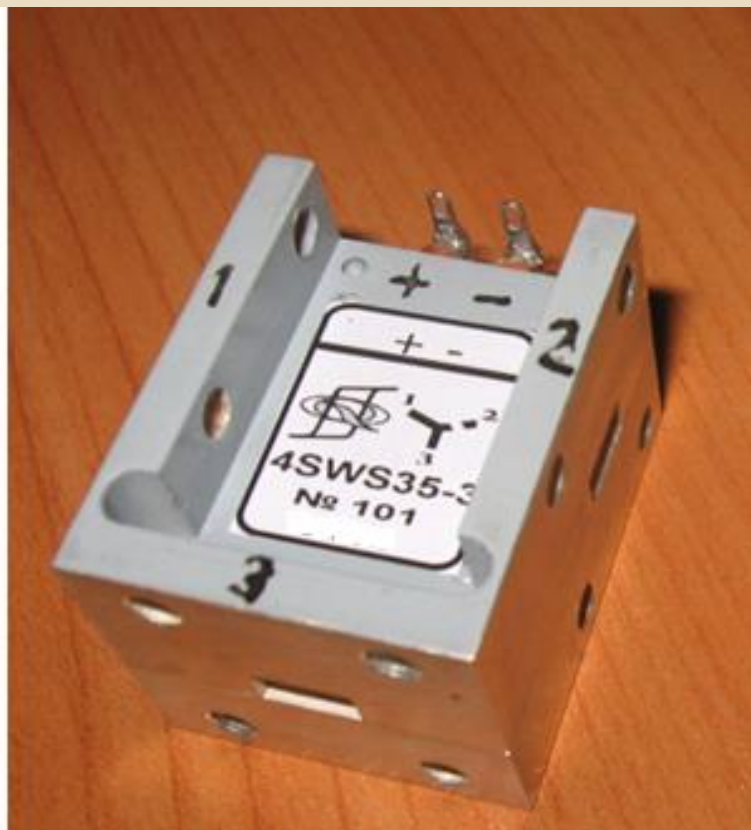
Technical Specification



Frequency Range(GHz)	18-40
Gain(dBic)	13 Typ.
Axial Ratio(dB)	2.0 Typ. (L)
	2.0 Typ. (R)
3dB Beamwidth(deg)	50-18
Polarization	Dual Circular
VSWR	2.0 Max.
Connector	2.92mm-Female
Net Weight(Kg)	0.38 Around
Size(mm)	127 x 116 x 158 Approx.

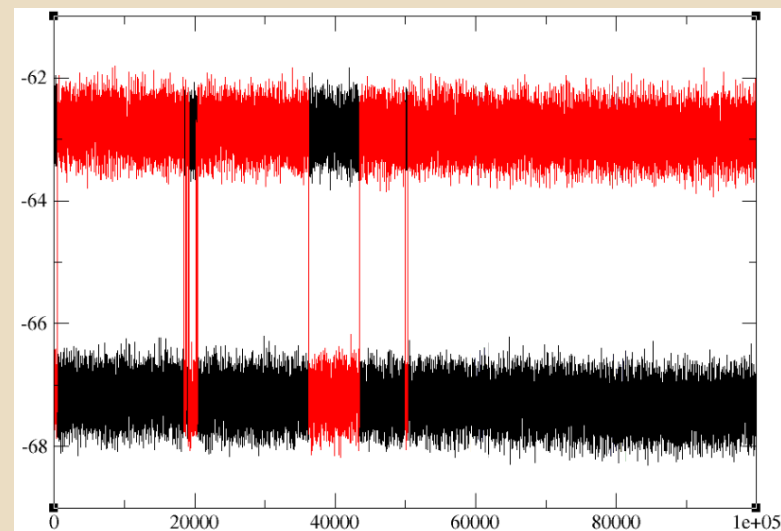
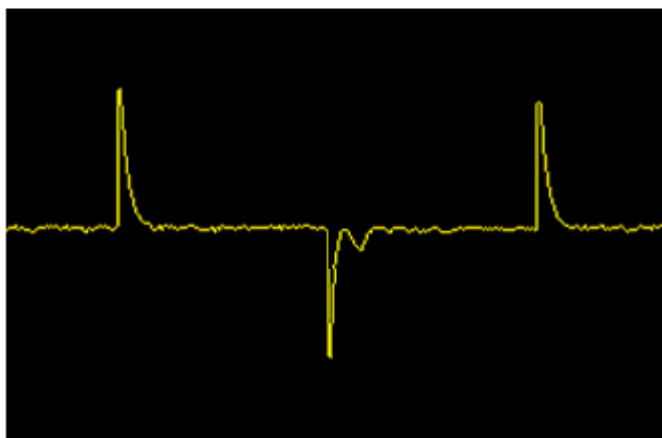
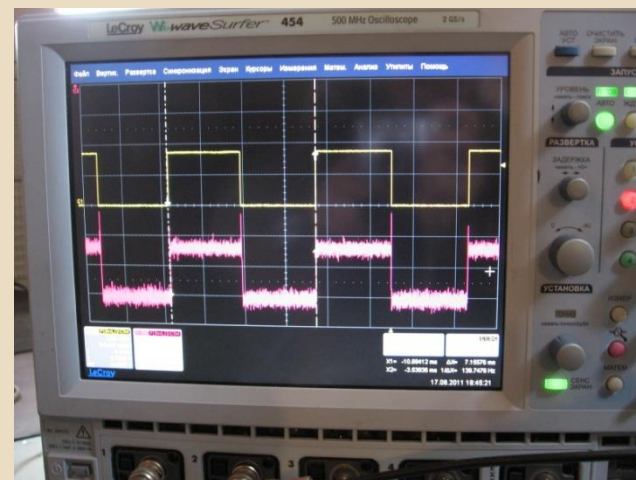
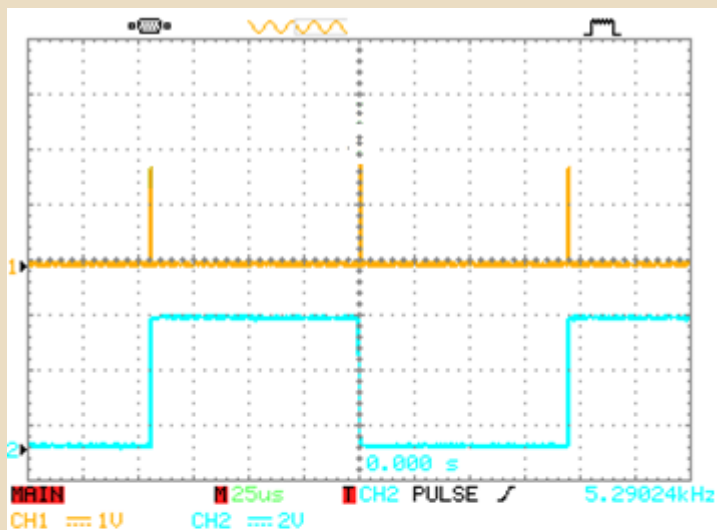


Широкополосный ферритовый переключатель с магнитной памятью

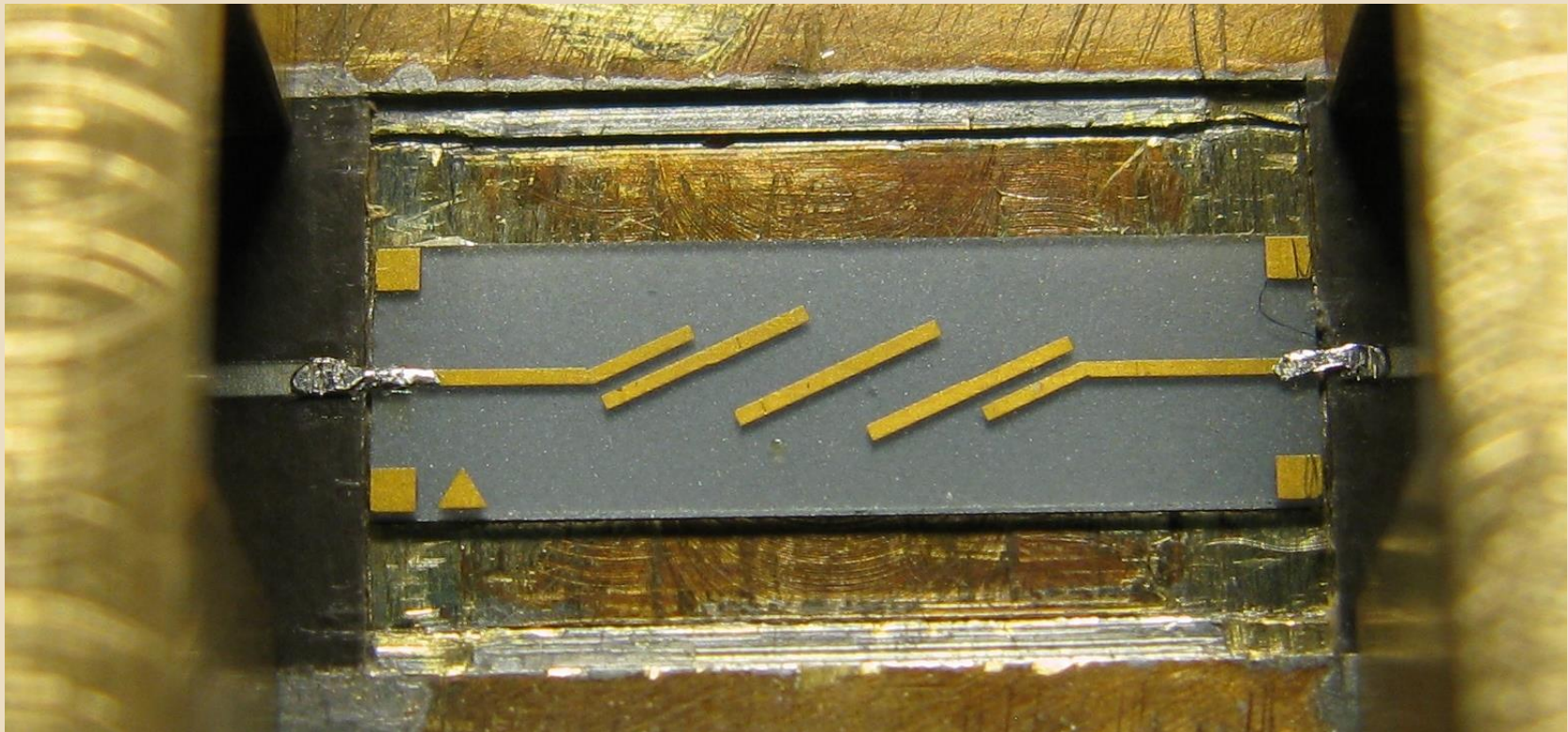


Диапазон рабочих частот, ГГц	30-40
Развязка между каналами(не менее) , дБ	18
КСВН (не более)	1.45
Время переключения (не более), мкс	1.5
Длительность сохранения состояния без перемагничивания (не менее), месяцев	6

Управление ферритовым переключателем с магнитной памятью и вид шум дорожек двух каналов

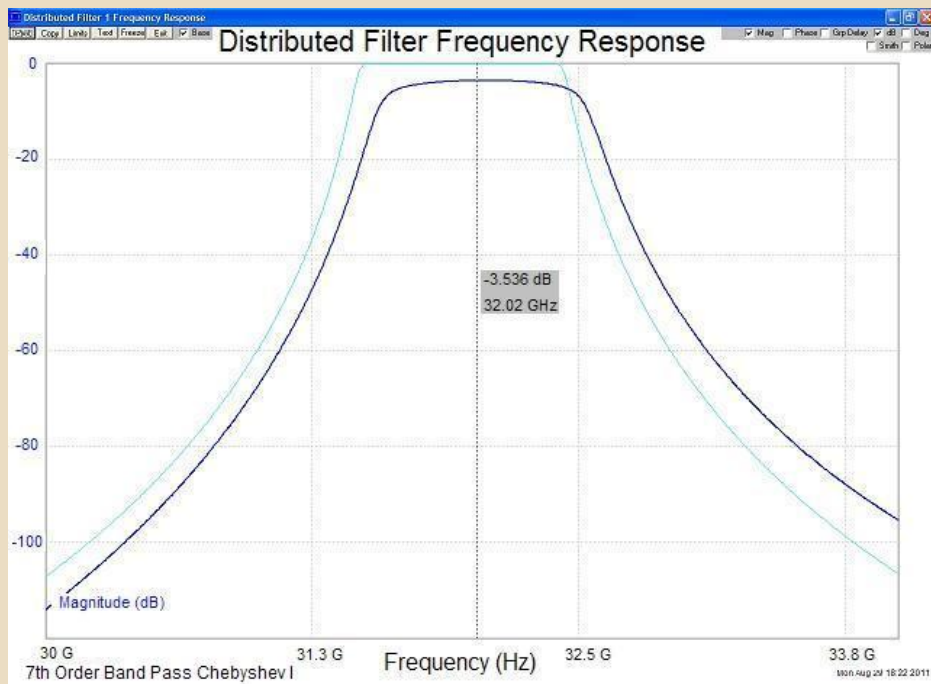


УЗЛЫ МП:



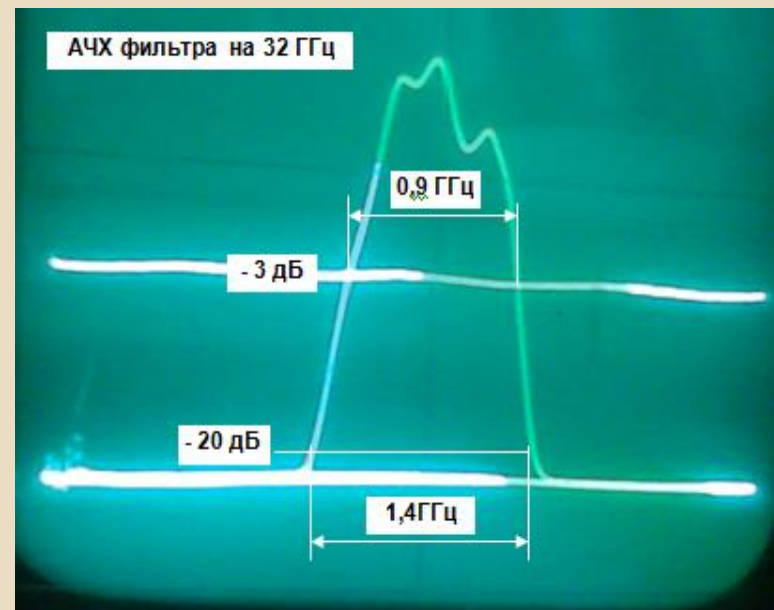
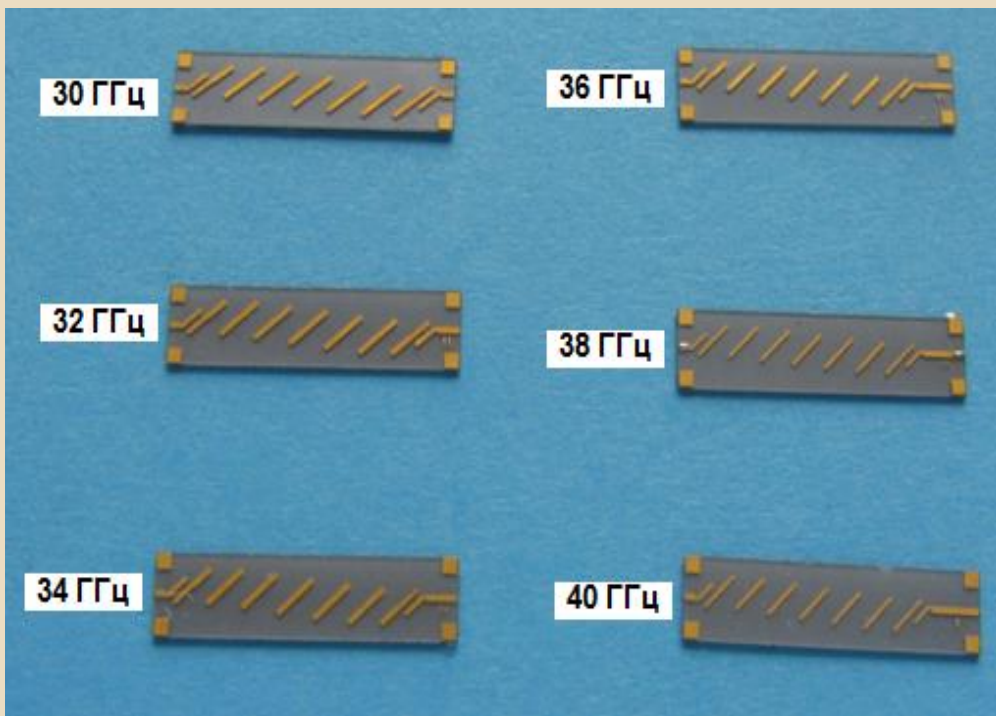
ПРИМЕР ППФ НА ПОДЛОЖКЕ ИЗ ПОЛИКОРА ТОЛЩИНА 0.2 ММ

УЗЛЫ МП И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ : РАСЧЕТ Х-К ППФ КАНАЛОВ МП



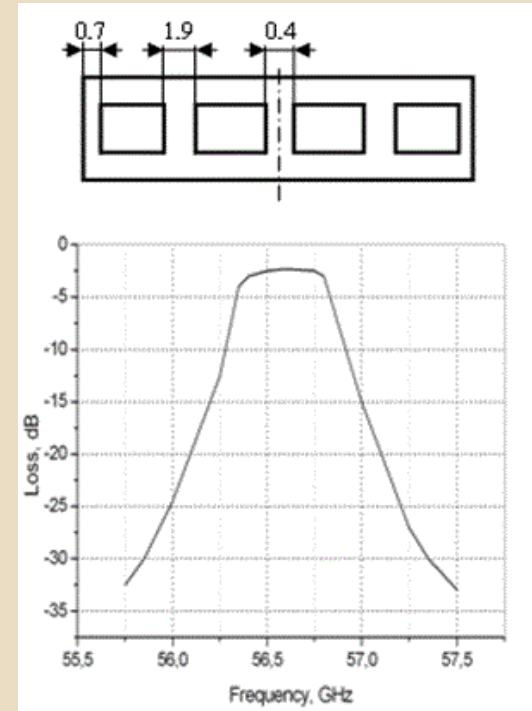
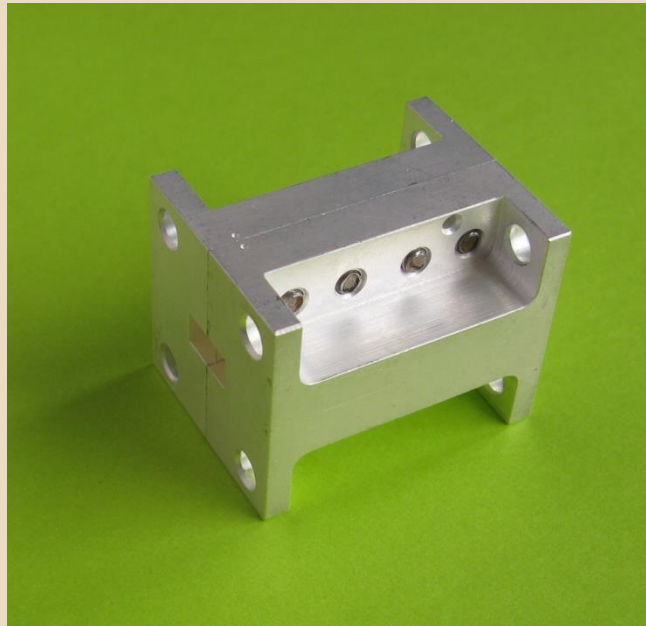
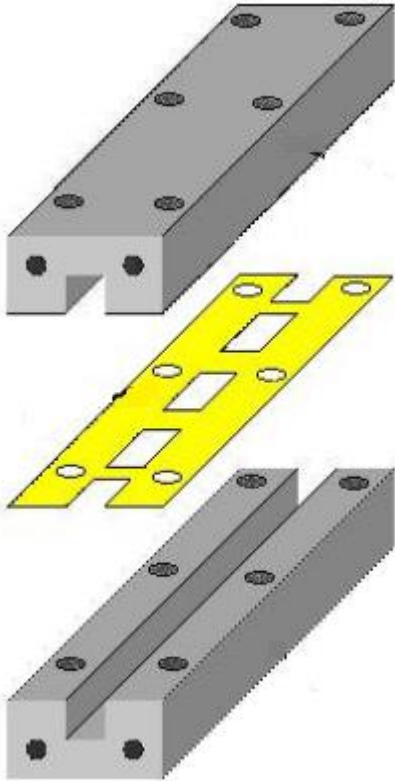
Выбраны семизвенные фильтры для получения требуемой избирательности

УЗЛЫ МП И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ : ПДФ КАНАЛОВ МП И АЧХ



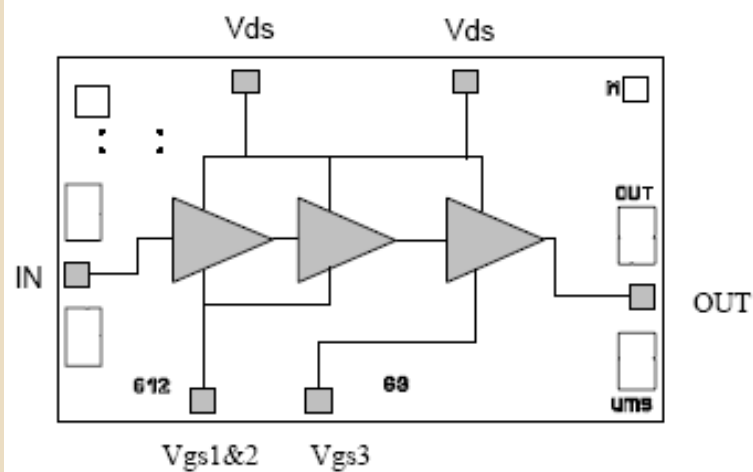
Подложки с топологиями размещаются в запердельных прямоугольных каналах сечением 2,5 x 2 мм, препятствующих возникновению паразитных волноводных мод

Вариант волноводного ППФ

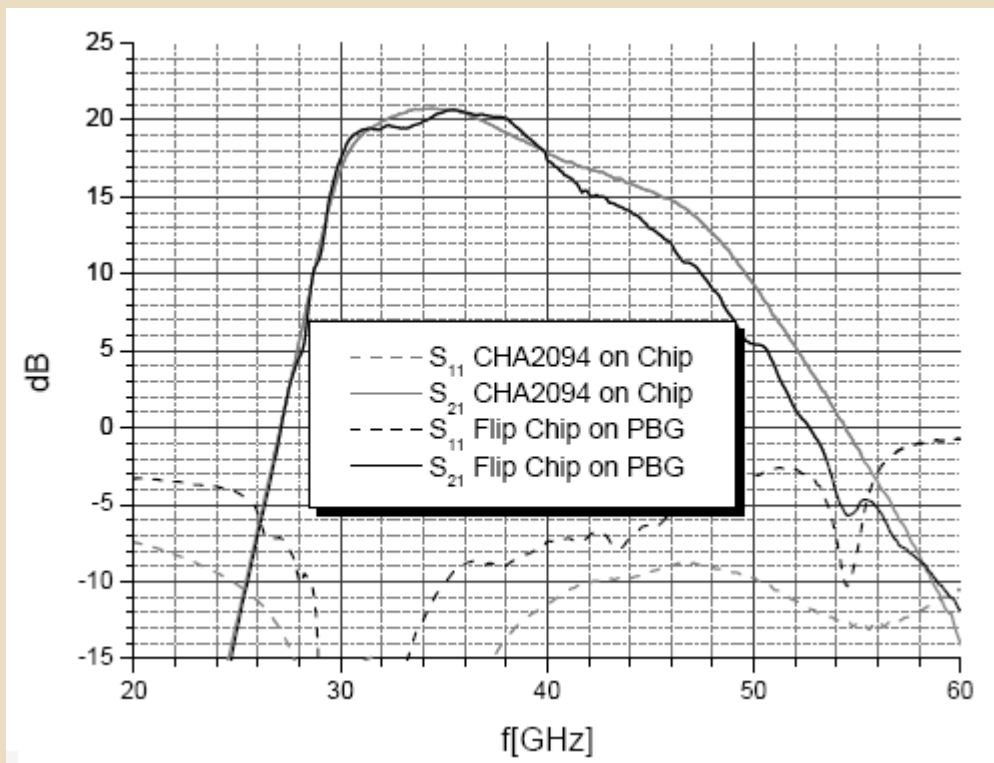


С помощью экспериментального волноводного септум-фильтра получена полоса ППФ 450 МГц (<1%)

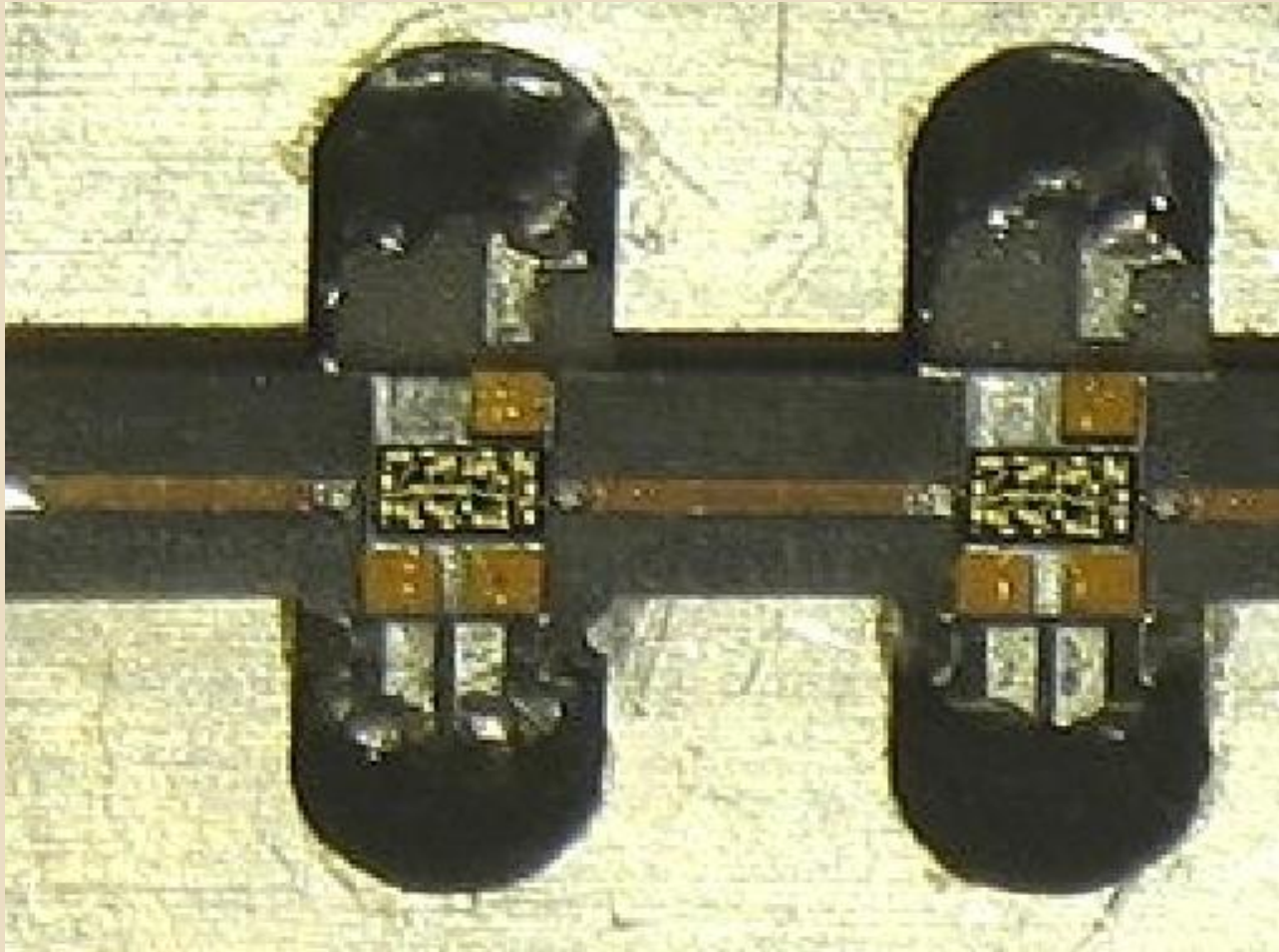
УЗЛЫ МП И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ: LNA



LNA UMS CHA2094
NF=3dB, G=19-20 dB

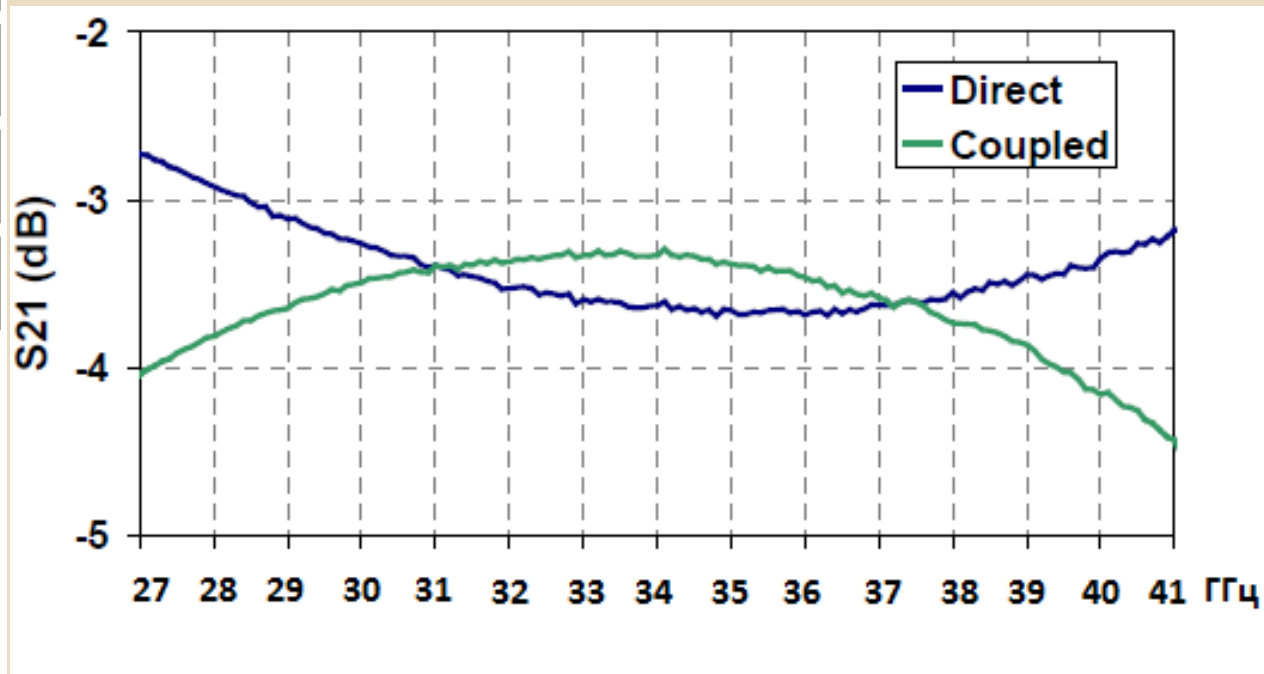
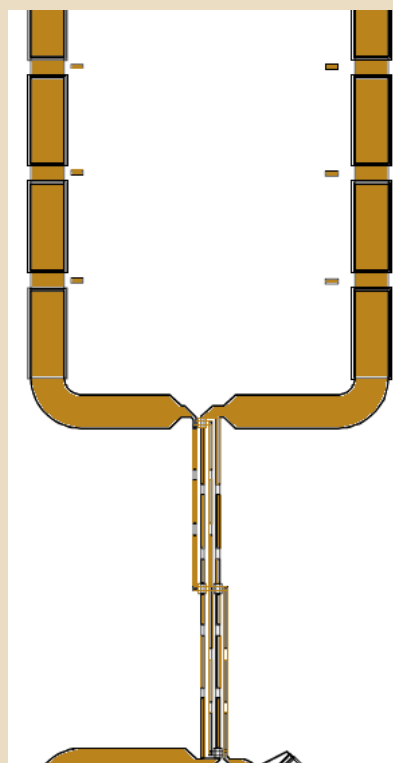


УЗЛЫ МП



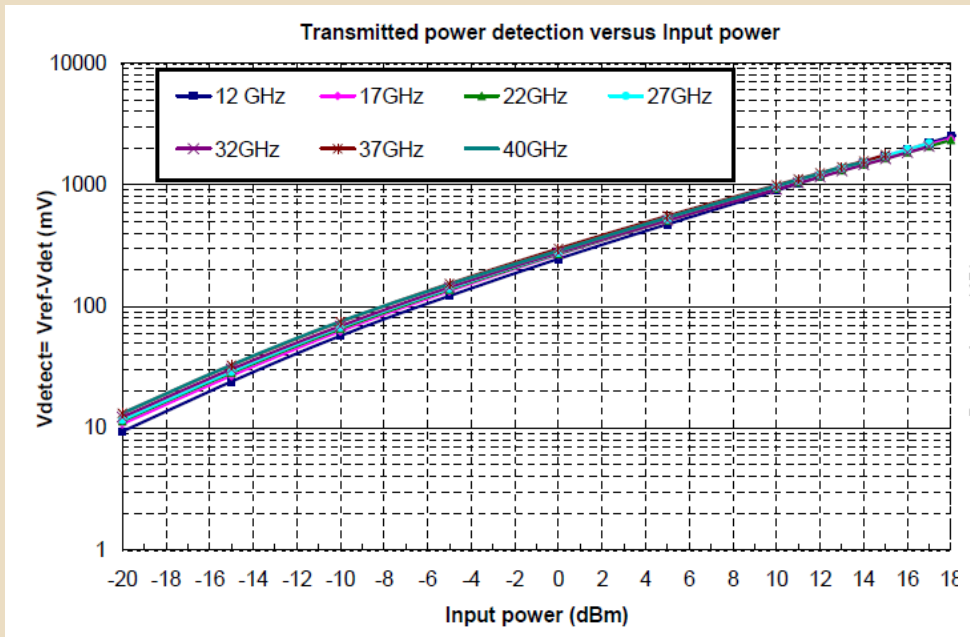
ПРИМЕР МОНТАЖА МШУ ЧИПОВ

УЗЛЫ МП И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

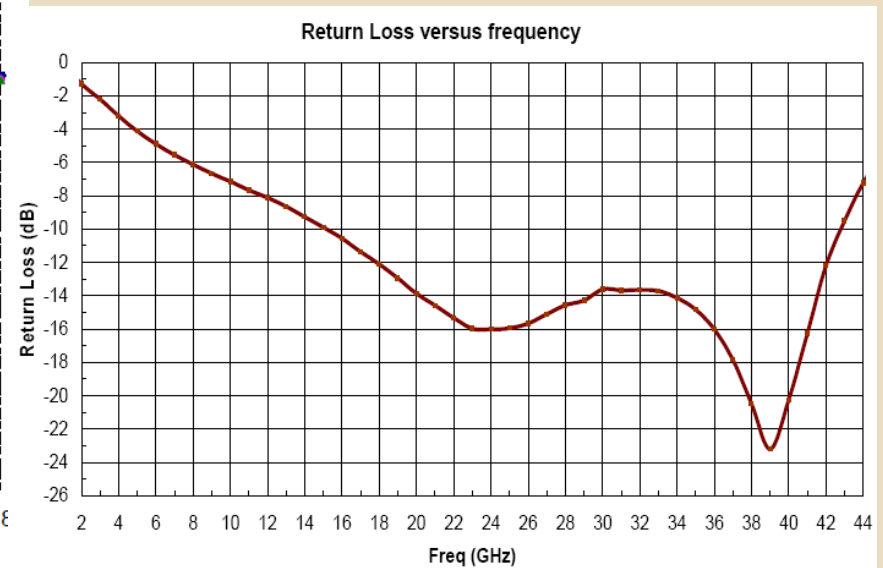


ДЕЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ – 3 ДБ МОСТ ЛАНГЕ

УЗЛЫ МП И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ



Вольт-Ваттная характеристика
дифференциального детекторного
диода фирмы UMS



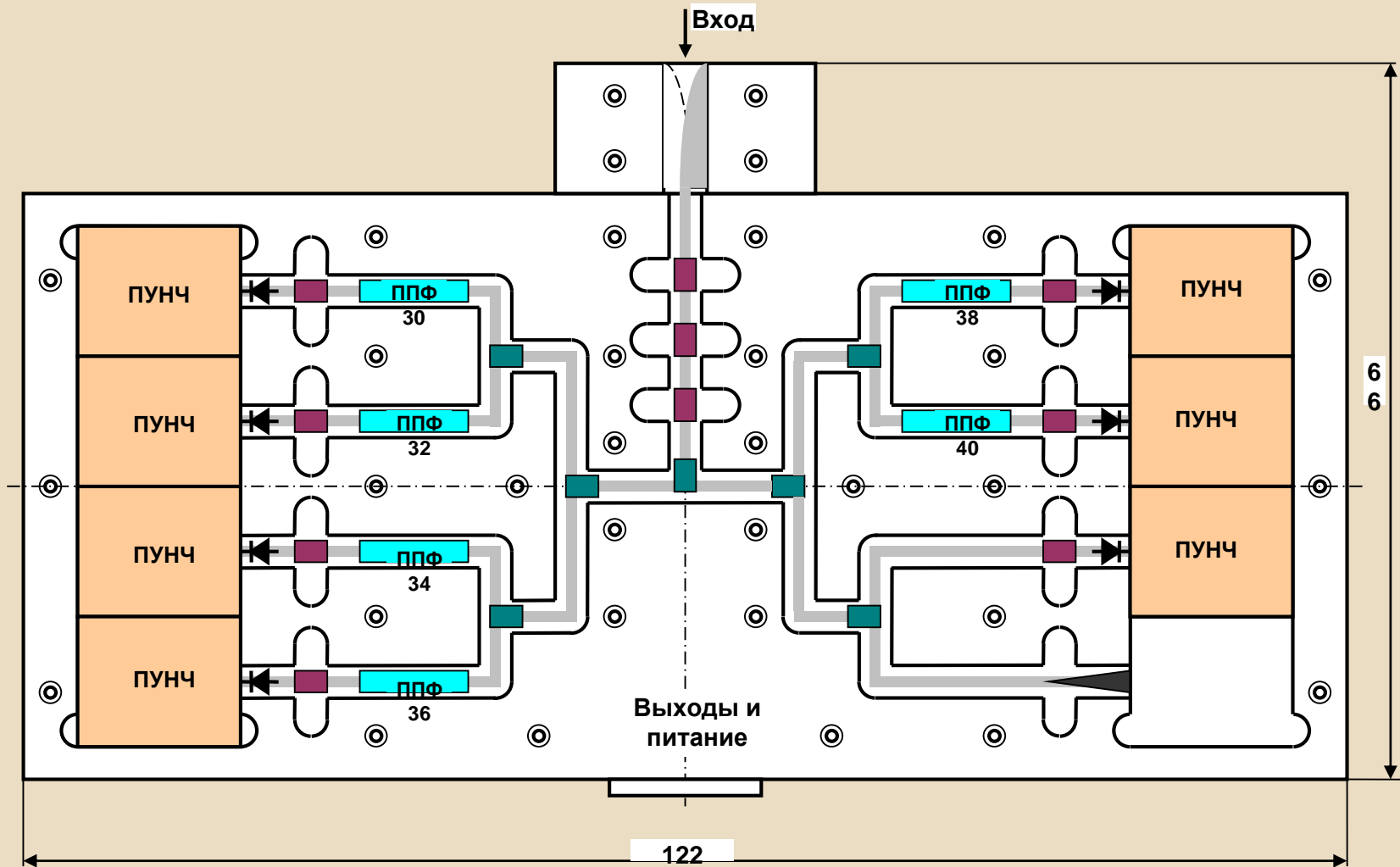
Возвратные потери

Вносимые потери и КСВН в различных узлах МП.

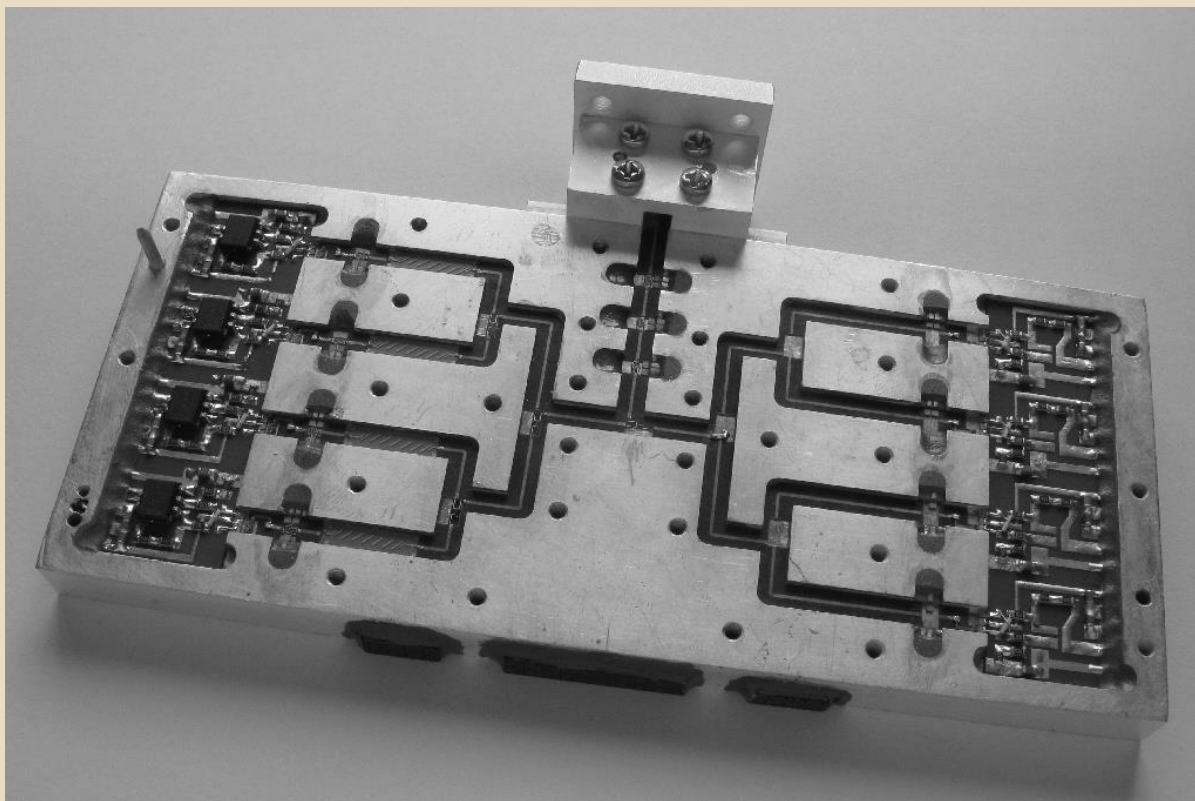
Таблица 1

	ППГ	Мосты Ланге	ППФ	Облуча- тель
Потери, дБ	0.55	0.4	3-4	0.4
КСВН	1.45	1.2	1.5	1.4

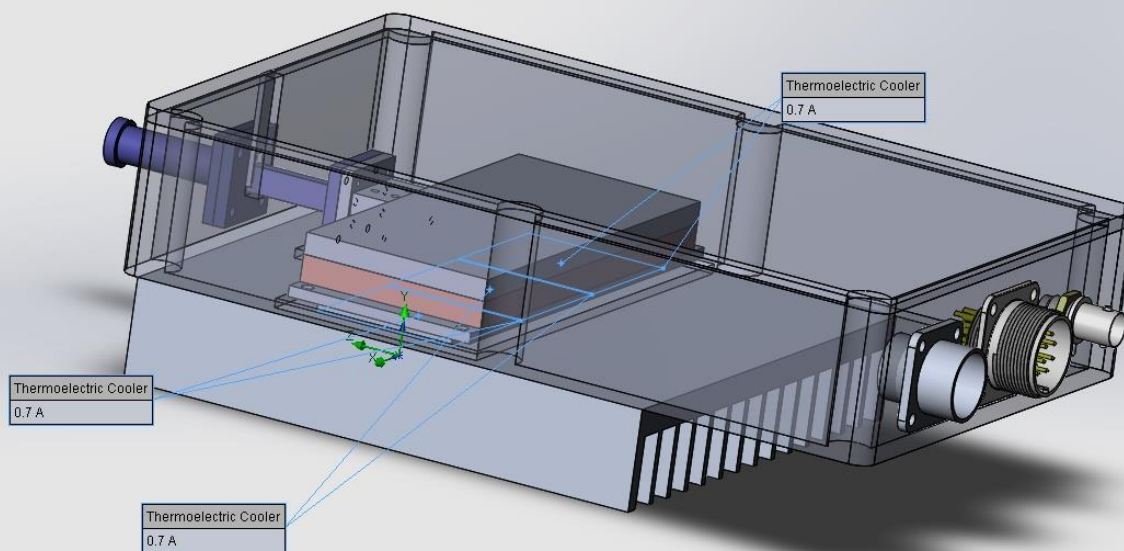
Структурная схема МП.



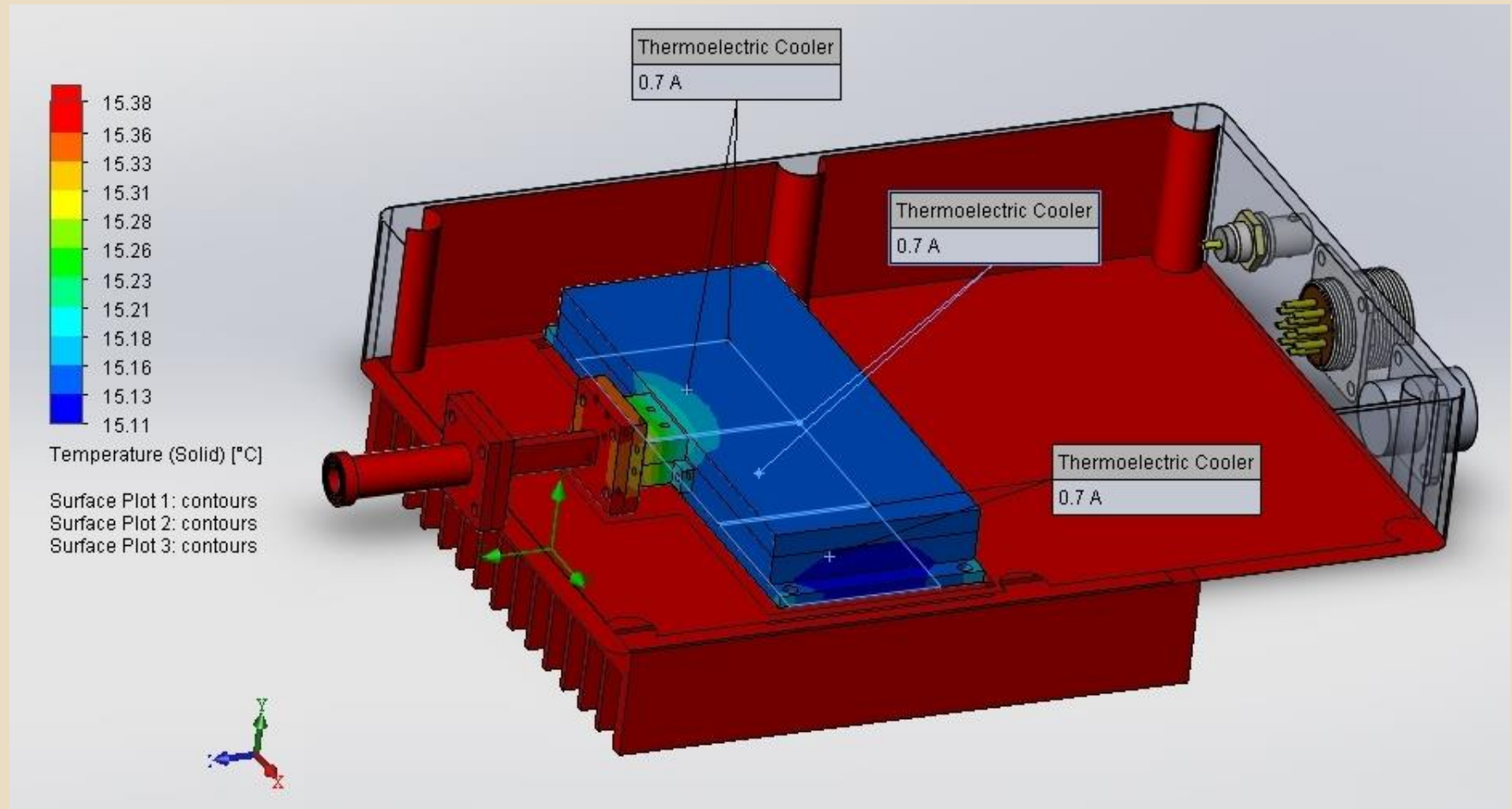
8 канальный образец МП в реализации.



8 канальный образец в термостатируемом объеме




Тепловое моделирование 8-канального радиометра в режиме реверсивного термостатирования



Заключение

- *Разработан экспериментальный компактный 8-канальный приемник 8 мм диапазона с разделением каналов по радиочастоте*
- *Достигнуты удовлетворительные х-ки 7-ми звенных микрополосковых ППФ 8 мм диапазона на подложке из поликора. Полоса каналов в пределах ± 500 МГц, неравномерность АЧХ каналов не более 2дБ*
- *Измеренная развязка между каналами составляет не менее 25 дБ. Шумовая температура каждого приемного канала не превышает 300 К, реализованная чувствительность в режиме полной мощности $25 \text{ мК/Гц}^{1/2}$*
- *При использовании волноводного делителя мощности и волноводных септум-фильтров предельная частота МП с разделением каналов по радио частоте может быть доведена до 110 ГГц с частотным разрешением 1%.*



Благодарю за внимание!