



# Предложения по модернизации приемных устройств радиотелескопов РТ-70 с целью обеспечения их совместимости с РСДБ–комплексом «Квазар-КВО»

В. М. Чмиль<sup>3</sup>, В. В. Гламаздин<sup>4</sup>, А. А. Евстигнеев<sup>1</sup>, М. Б. Зотов<sup>1</sup>,  
Д. В. Иванов<sup>1</sup>, С. И. Иванов<sup>2</sup>, А. В. Ипатов<sup>1</sup>, А. С. Лавров<sup>1</sup>,  
В. В. Мардышкин<sup>1</sup>, Д. А. Маршалов<sup>1</sup>, А. О. Перов<sup>4</sup>, А. М. Пилипенко<sup>3</sup>,  
В. Н. Скресанов<sup>4</sup>, В. К. Чернов<sup>1</sup>, В. В. Чмиль<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Институт прикладной астрономии РАН, г. Санкт-Петербург, Россия*

<sup>2</sup> *Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, г. Санкт-Петербург, Россия*

<sup>3</sup> *ПАО «НПП «Сатурн», г. Киев, Украина*

<sup>4</sup> *Институт радиофизики и электроники им. А. Я. Усикова НАН Украины, г. Харьков, Украина*

*Всероссийская радиоастрономическая конференция ВРК-2014,  
22-27 сентября, 2014, Пущино, Россия*

**Первая основная цель модернизации** - обеспечение совместимости радиотелескопов РТ-70 (Уссурийск и Евпатория) с РСДБ–комплексом «Квазар-КВО»

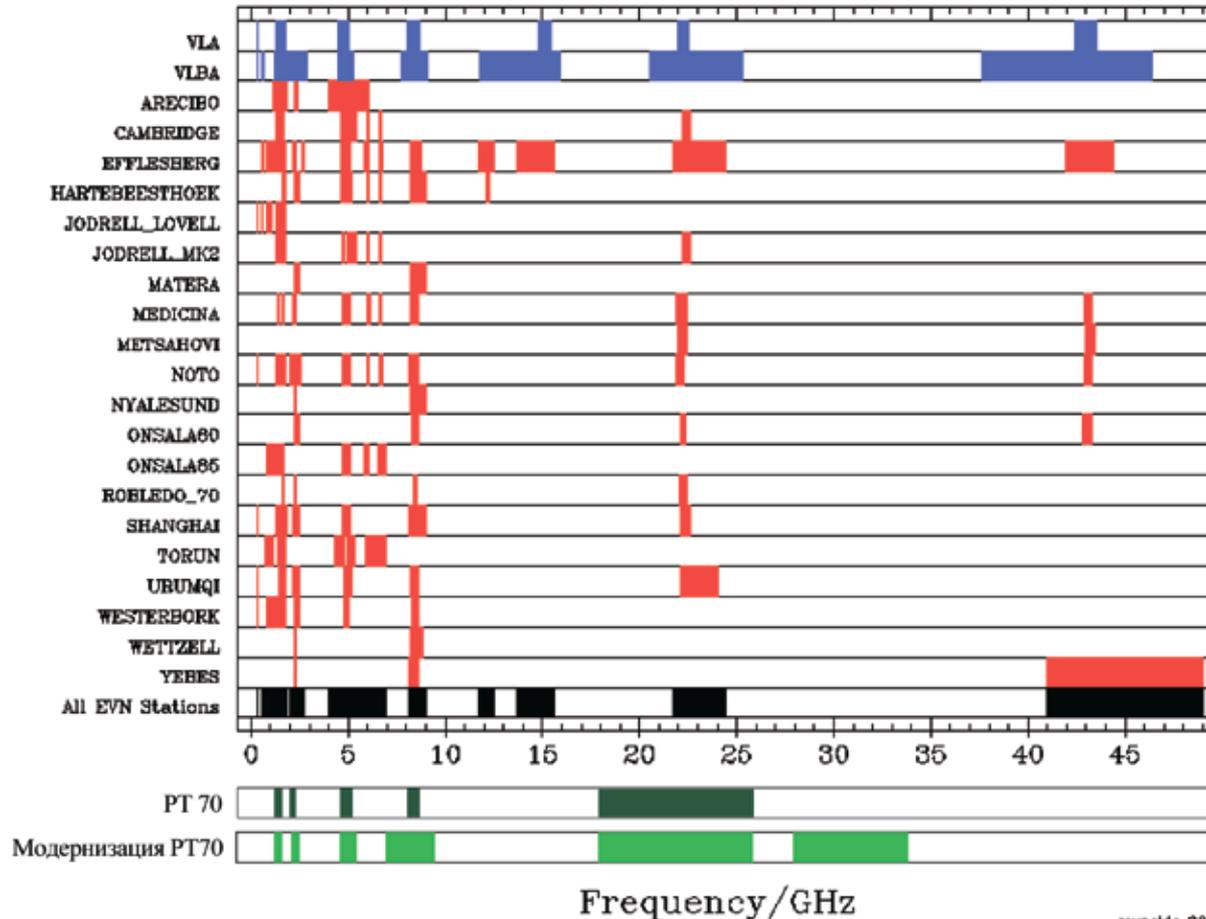
А.В. Ипатов, Радиоинтерферометр нового поколения для фундаментальных и прикладных исследований / УФН, 2013, т. 183, №7, стр. 769-777



**Решение поставленной задачи будет обеспечено** путем разработки охлаждаемых двух- (S/X, L/C) или трех- (S/X/Ka) диапазонных приемных модулей, включая охлаждаемые многодиапазонные облучатели с разделением круговых поляризаций

**Вторая основная цель модернизации** – дополнение радиотелескопов РТ 70 приемными модулями в новых частотных диапазонах, что позволит им стать в двадцатку наиболее оснащенных в мире

Frequencies Covered by EVN Telescopes



reynolds 28-Nov-2001 17:15

## Сопутствующие цели предлагаемой модернизации приемных устройств радиотелескопов РТ-70:

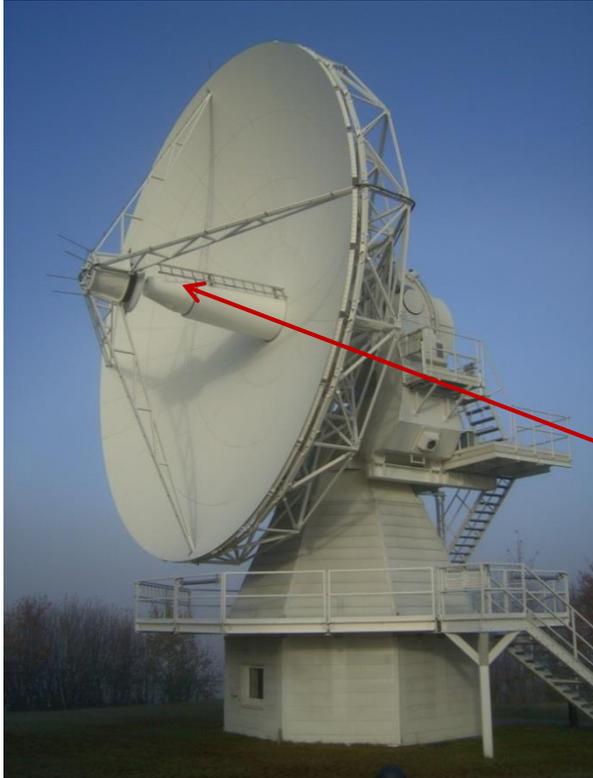
- 1) Повышение надежности работы комплекса путем замены физически и морально устаревших блоков на новые с большей степенью интеграции;
- 2) Обеспечение возможности наращивания функциональных возможностей системы без доработок либо изменений используемой аппаратуры;
- 3) Уменьшение количества задействованных позиций установки приемных систем, оставив возможность дальнейшего усовершенствования антенных комплексов;
- 4) Введение приемных систем мм диапазона, что позволит радиотелескопам РТ 70 стать в ряд наиболее оснащенных в мире и решать ряд вопросов в последующих программах таких, как «Миллиметрон».



# Трехдиапазонный приемный модуль «Квазар М»

Диапазоны: S - 2.2-2.6 ГГц  
X - 7.0-9.5 ГГц  
Ka - 28.0-34.0 ГГц

Ортогональные круговые поляризации;  
Криогенный приемник: облучатель,  
поляризаторы, МШУ



13.2м антенна  
(Vertex GmbH)

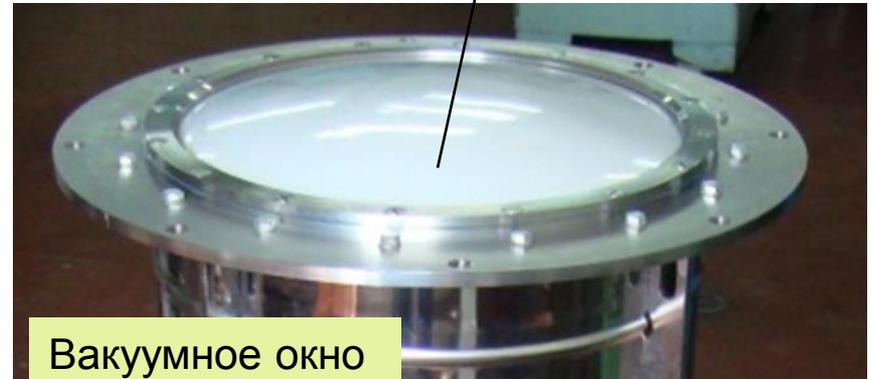
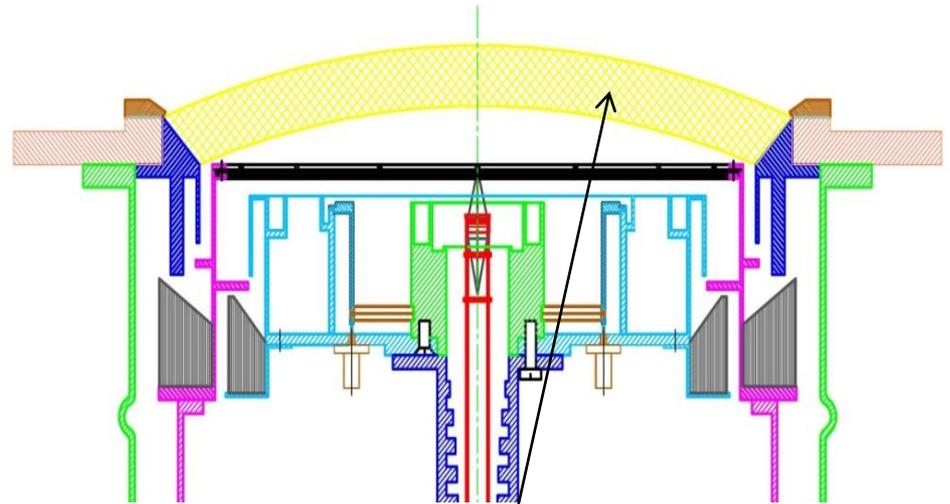
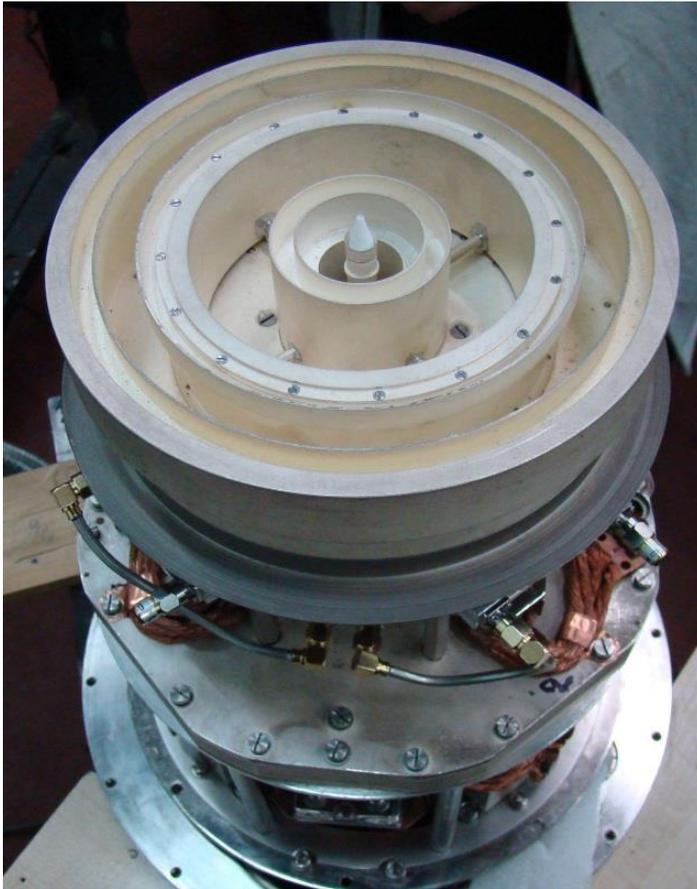


Приемный модуль



Криогенный приемный  
фокальный блок

# Трехдиапазонный облучатель «Квазар М» (апертурный узел)



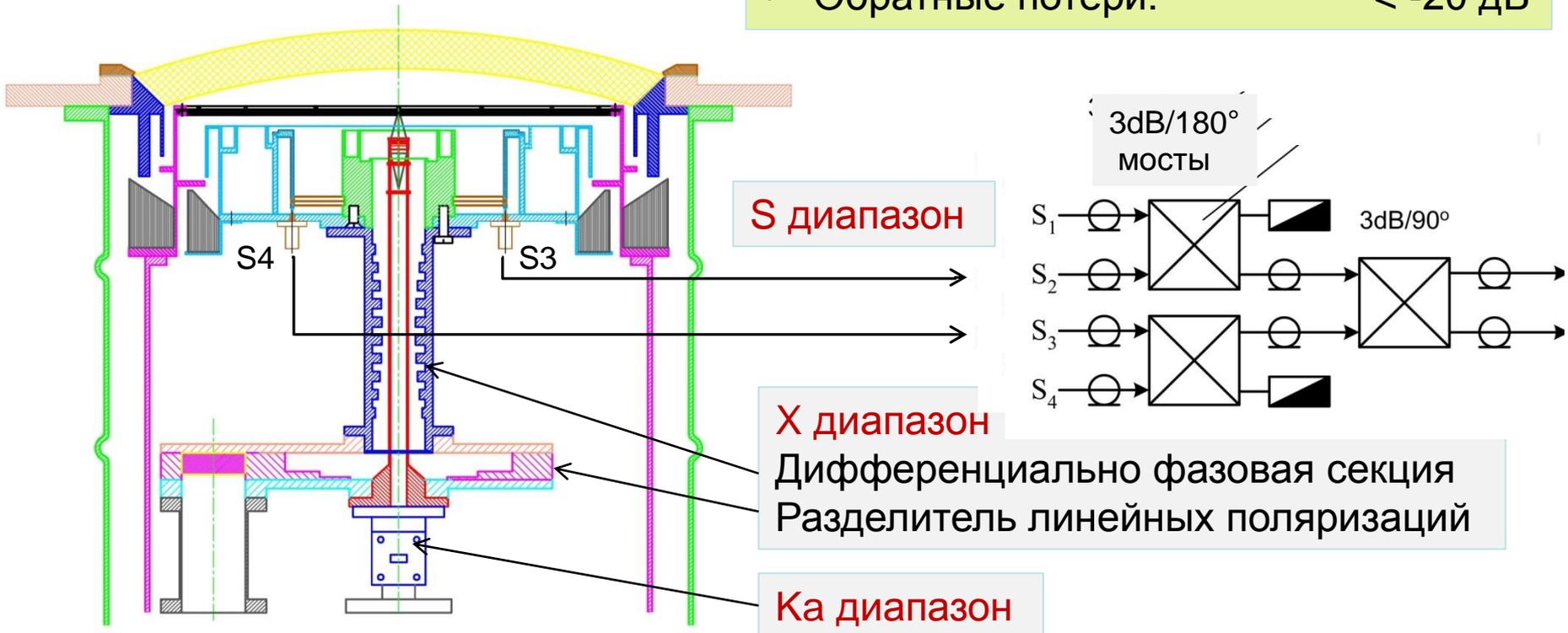
Криогенный приемный фокальный блок для телескопов радио интерферометрического комплекса нового поколения / А.В. Ипатов, В.М. Чмиль, В.Н. Скресанов, Д.В. Иванов, В.В., Мардышкин, В.К. Чернов, А.М. Пилипенко, А.А. Кириленко //Радиофизика и радиоастрономия, том 19, 2014 г

# Трехдиапазонный облучатель «Квазар М» (разделители круговых поляризаций)

Диапазоны: S - 2.2-2.6 ГГц  
X - 7.0-9.5 ГГц  
Ka - 28.0-34.0 ГГц

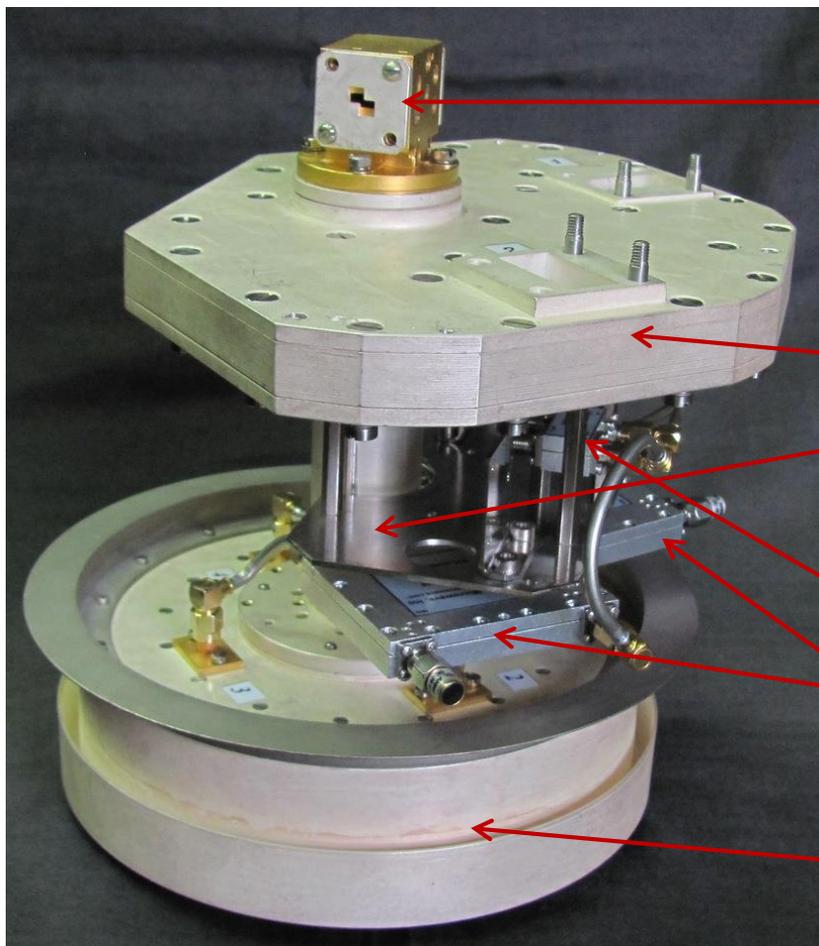
Спецификация:

- Коэффициент эллиптичности:  $< 0.6 \text{ дБ}$
- Вносимые потери:  $< 0.5 \text{ дБ}$
- Развязка:  $< -20 \text{ дБ}$
- Обратные потери:  $< -20 \text{ дБ}$



# Трехдиапазонный облучатель «Квазар М» (разделители круговых поляризаций)

Синтез & ЛОИ - Институт радиофизики и электроники НАНУ, г. Харьков  
Конструирование & изготовление - «НПП «Сатурн», г. Киев



Ка разделитель круговых поляризаций

X разделитель круговых поляризаций:  
Разделитель линейных поляризаций  
Дифференциально-фазовая секция

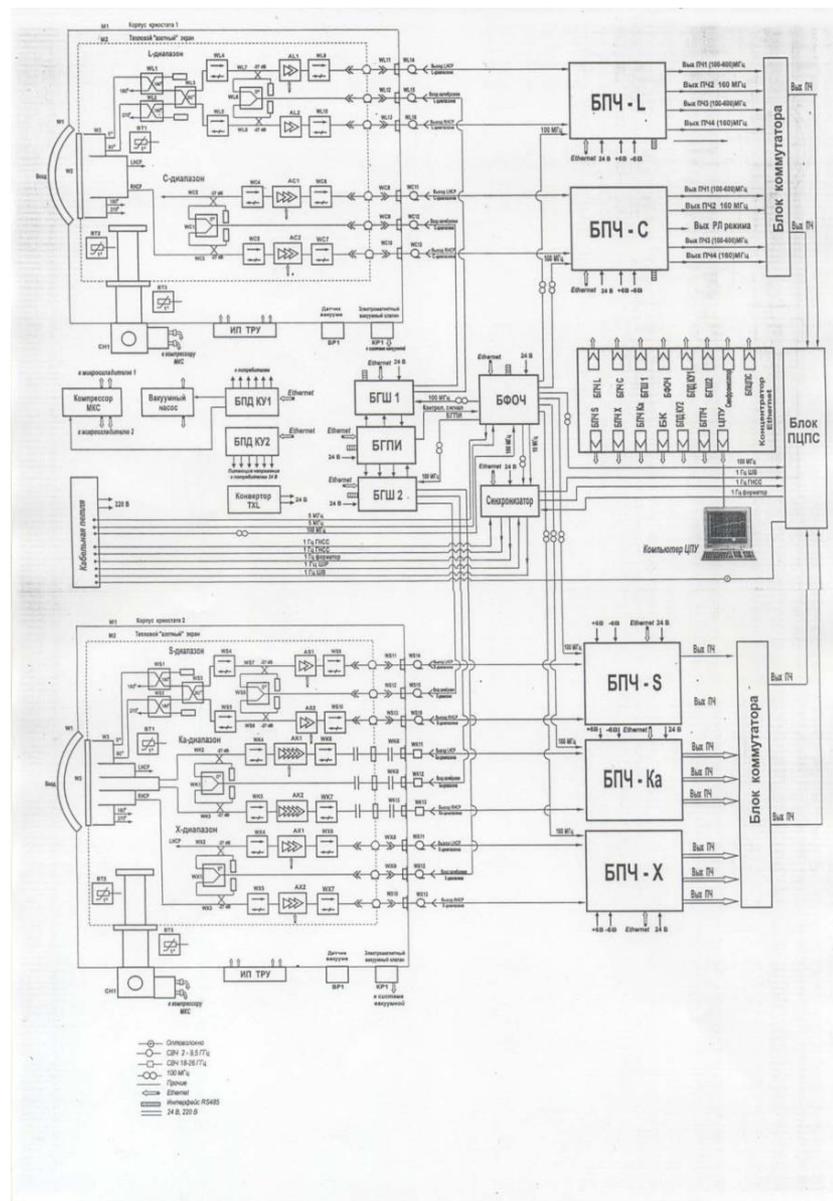
S разделитель круговых поляризаций:  
90° мост  
Два 180° моста

Трехдиапазонный апертурный узел

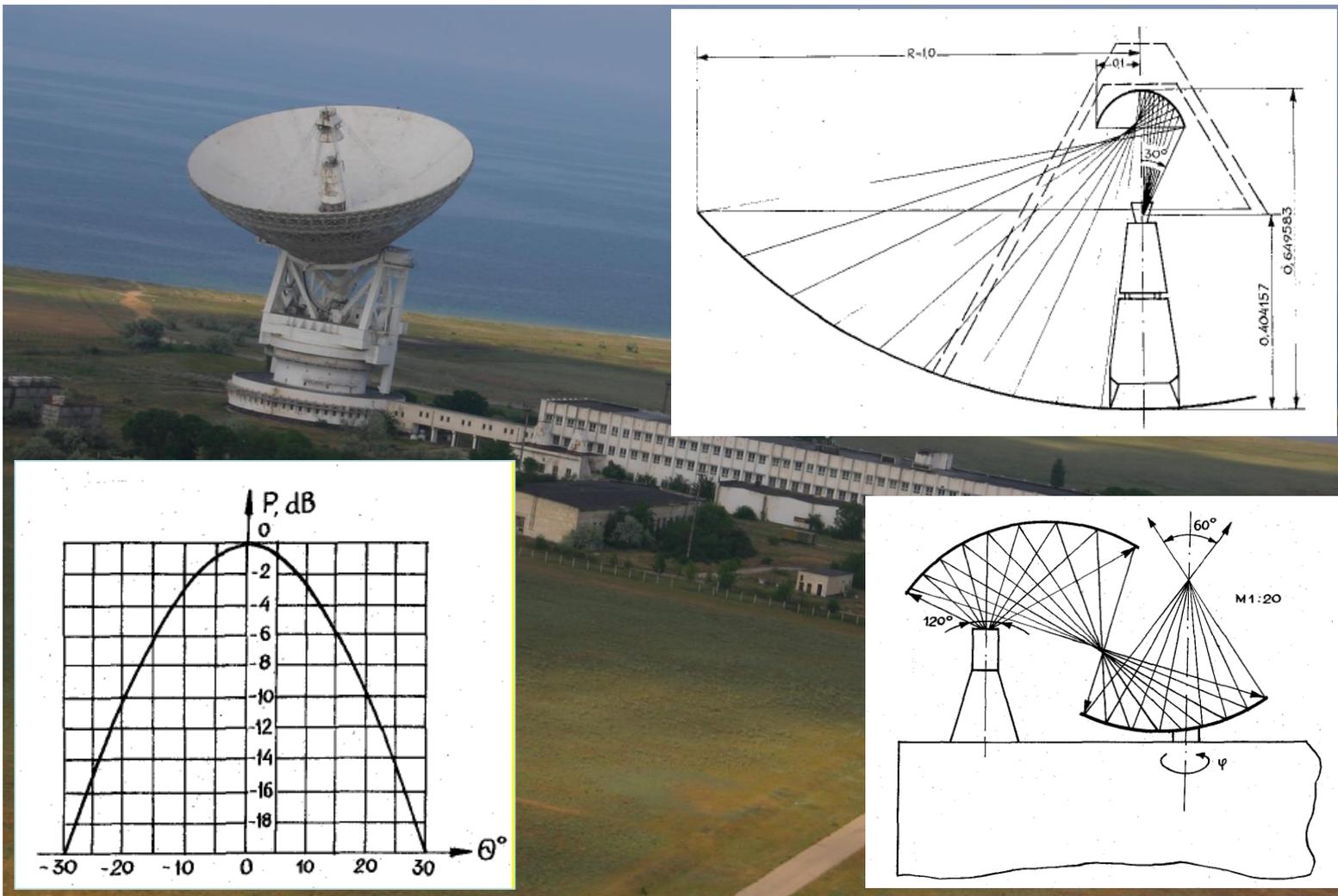
# Некоторые из блоков приемной системы, разработанные в рамках ОКР «Квазар М»



# Структурная схема приемной системы в целом.

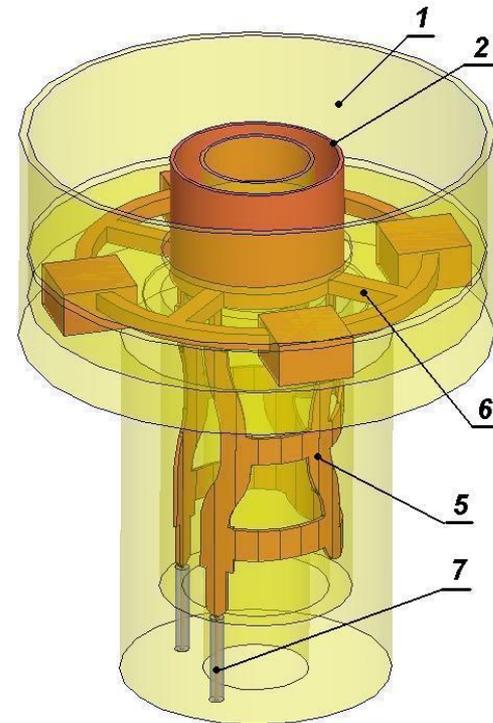
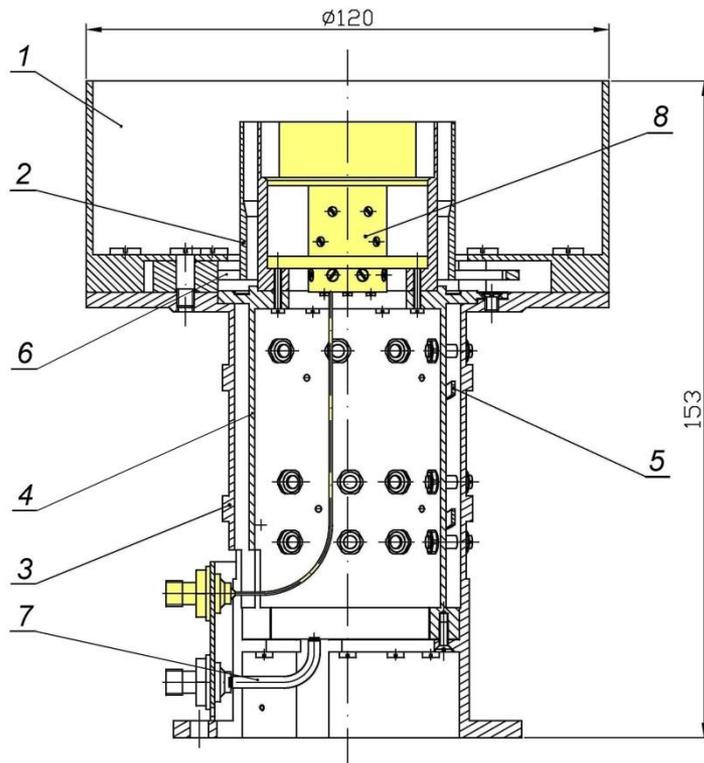


# Диаграмма направленности облучателя зеркальной системы РТ-70



V. A. Grishmanovsky, A.N. Kozlov, V.B. Tarasov 'The Main Principles of a 70-m Radio Telescope Reflecting System Design'; IEEE Trans., v. MTT-40, No 6, pp.1267-1273, 1992

# Проект облучателя S/X диапазона

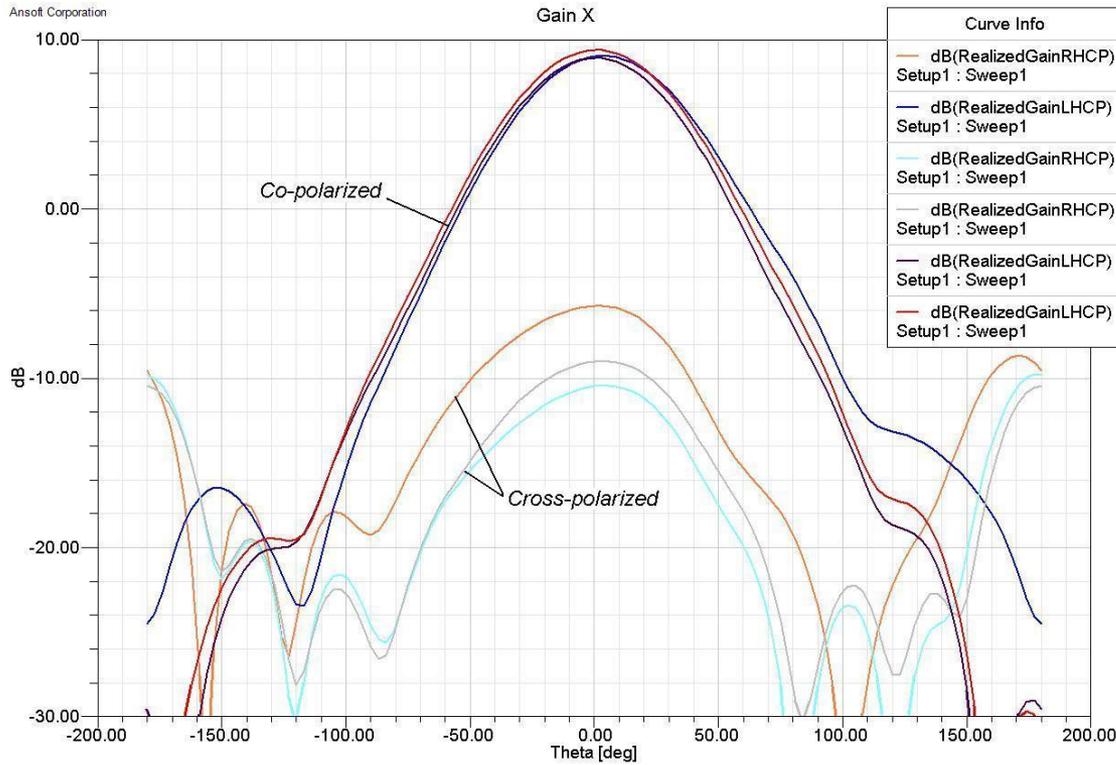


Конструкция облучателя S/X диапазонов и трехмерная модель облучателя S диапазона

1 - Апертурная полость облучателя S диапазона; 8 - Облучатель X диапазона;  
2 - Кольцевой возбуждатель облучателя S диапазона; 3,4,5 - квадратурный воздушно-полосковый делитель; 7- Коаксиальные выходы круговых поляризаций S диапазона

*Ипатов А. В., Чернов В. К. Двухдиапазонный охлаждаемый облучатель радиотелескопа // Труды ИПА РАН. 2010. Вып. 21. С. 69–74.*

# Характеристики облучателя S/X диапазона



ДН облучателя на рабочей и кросс круговых поляризациях на частотах 8500, 8750 и 9000 ГГц

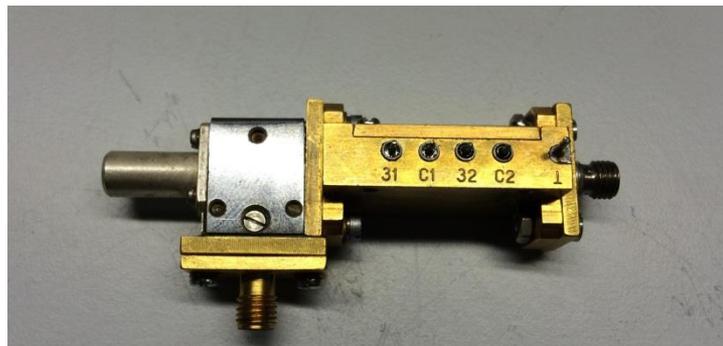
Основные проектные характеристики:

1. Диапазоны рабочих частот – S: (2150-2350) и X: (8500-9100) МГц;
2. КСВН выходов – менее 1,6;
3. Потери на отражение и просачивание на – до 18%;
4. Коэффициент эллиптичности – до 3дБ;
5. Ширина ДН по уровню минус 10дБ – (120-130)°;
6. Уровень боковых лепестков ДН– менее минус 18дБ

# Элементы криоэлектронного фокального блока S/X диапазона



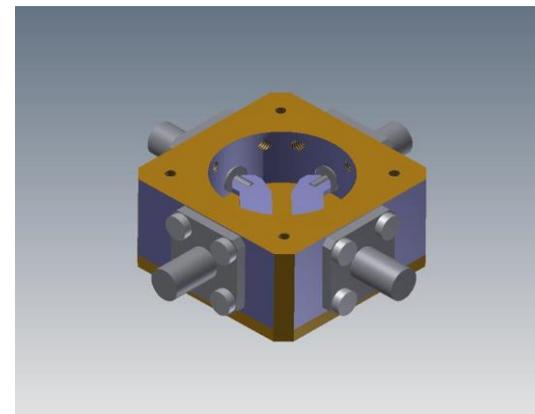
Криоэлектронный фокальный блок S/X диапазонов



Охлаждаемый малошумящий усилитель S-диапазона с вентилем и направленным ответвителем, ПАО «НПП «Сатурн»

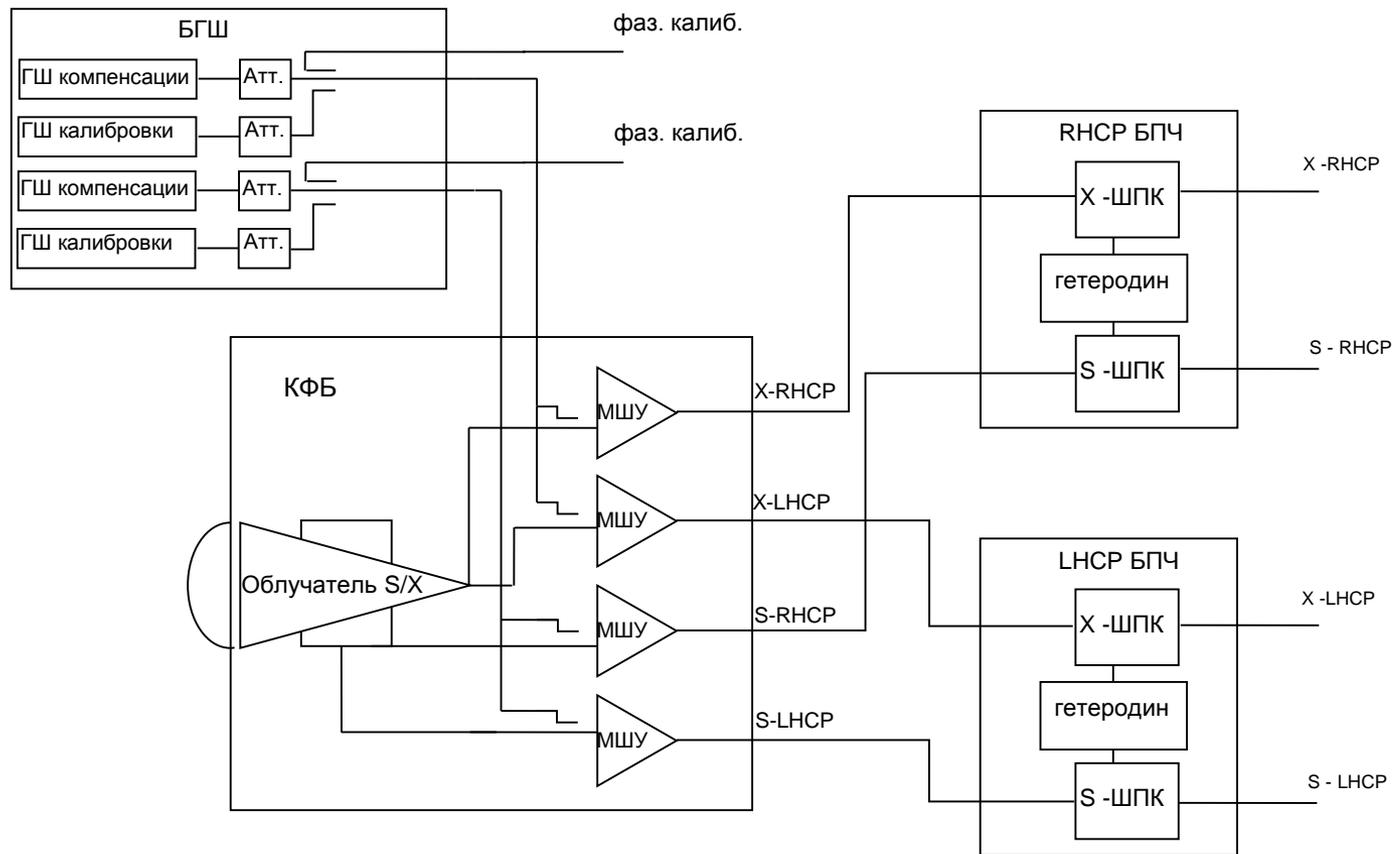


Охлаждаемый малошумящий усилитель X диапазона, ПАО «НПП «Сатурн»

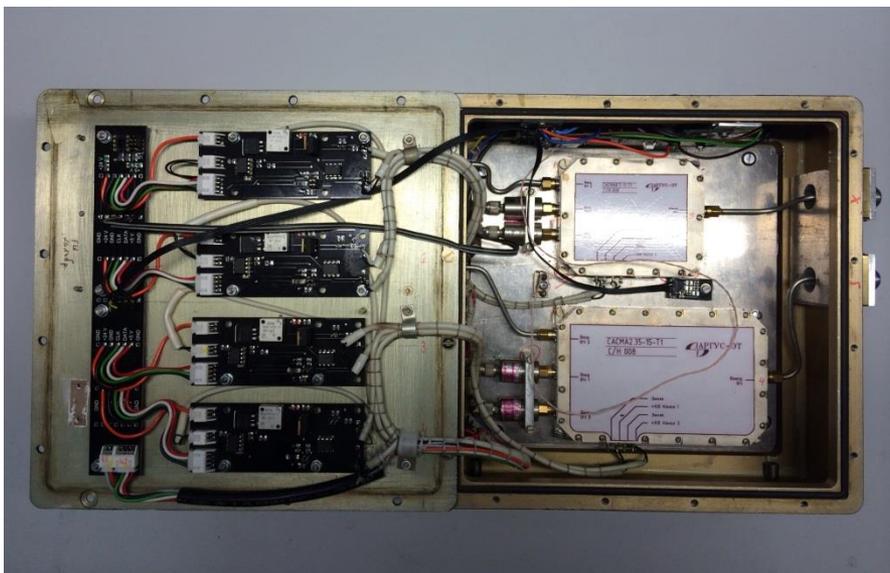


Направленный ответвитель X диапазона (проект)

# Функциональная схема приемного устройства S/X диапазона

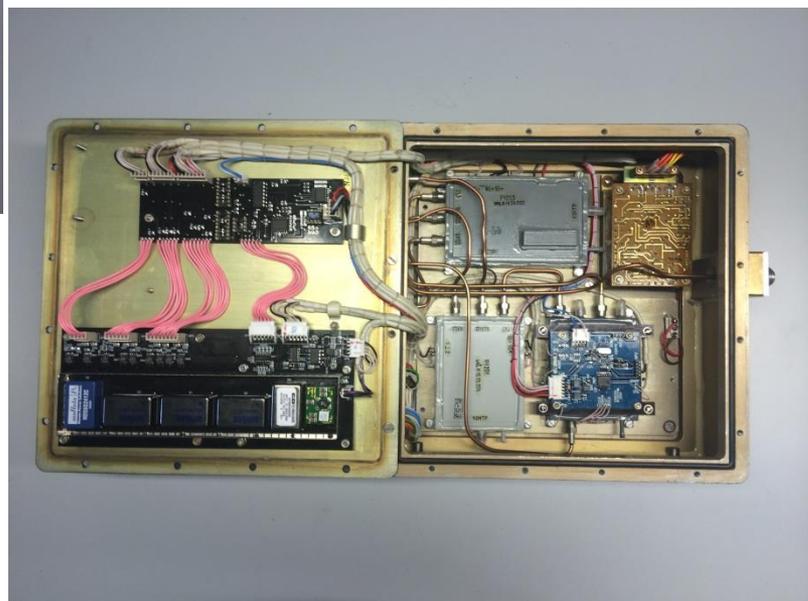


## Элементы приемного устройства S/X диапазона

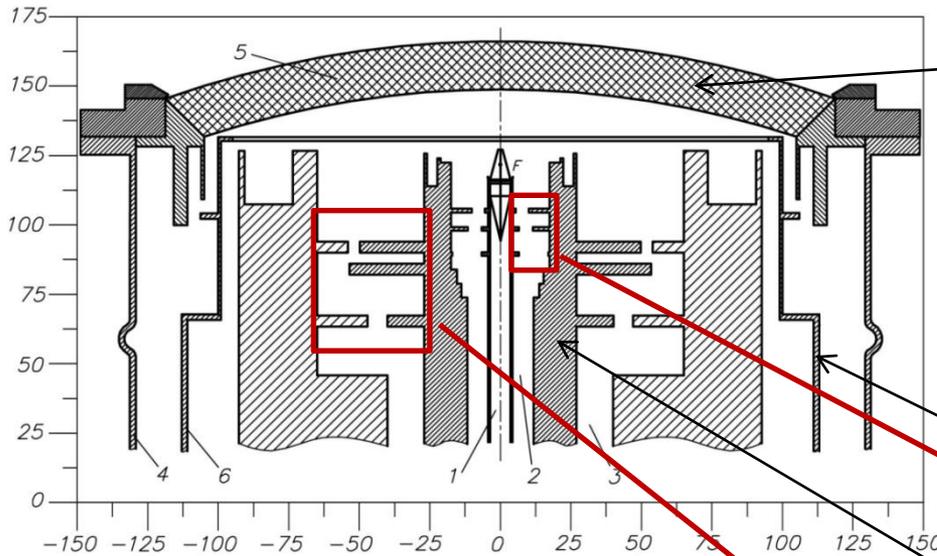


Блок генераторов шума

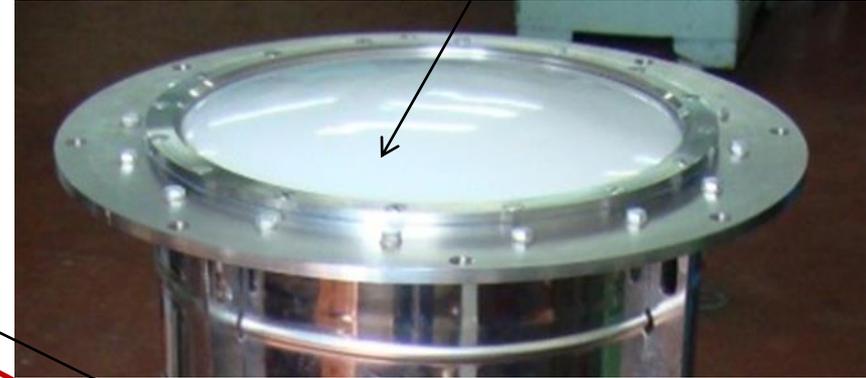
Блок преобразования частоты



# Прототип облучателя L/C диапазонов

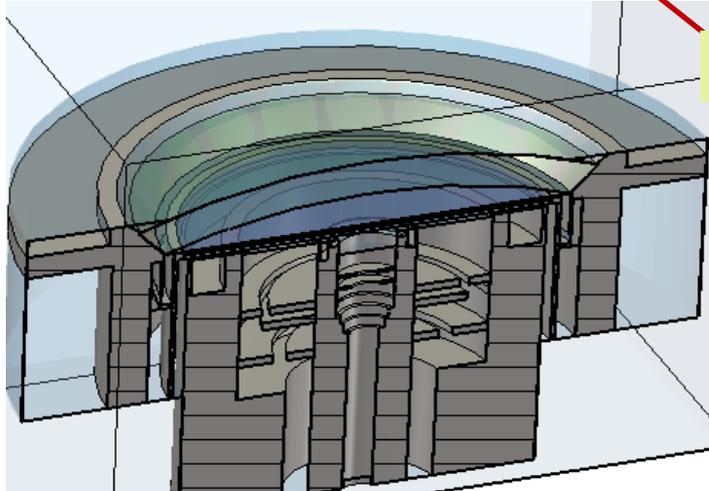


Vacuum window (300K)



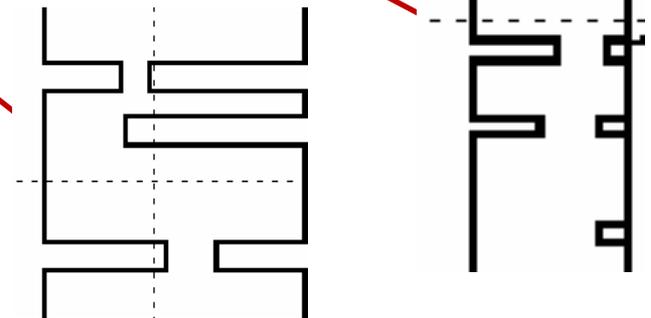
Radiation shield (50K)

Tri-band horn (20K)



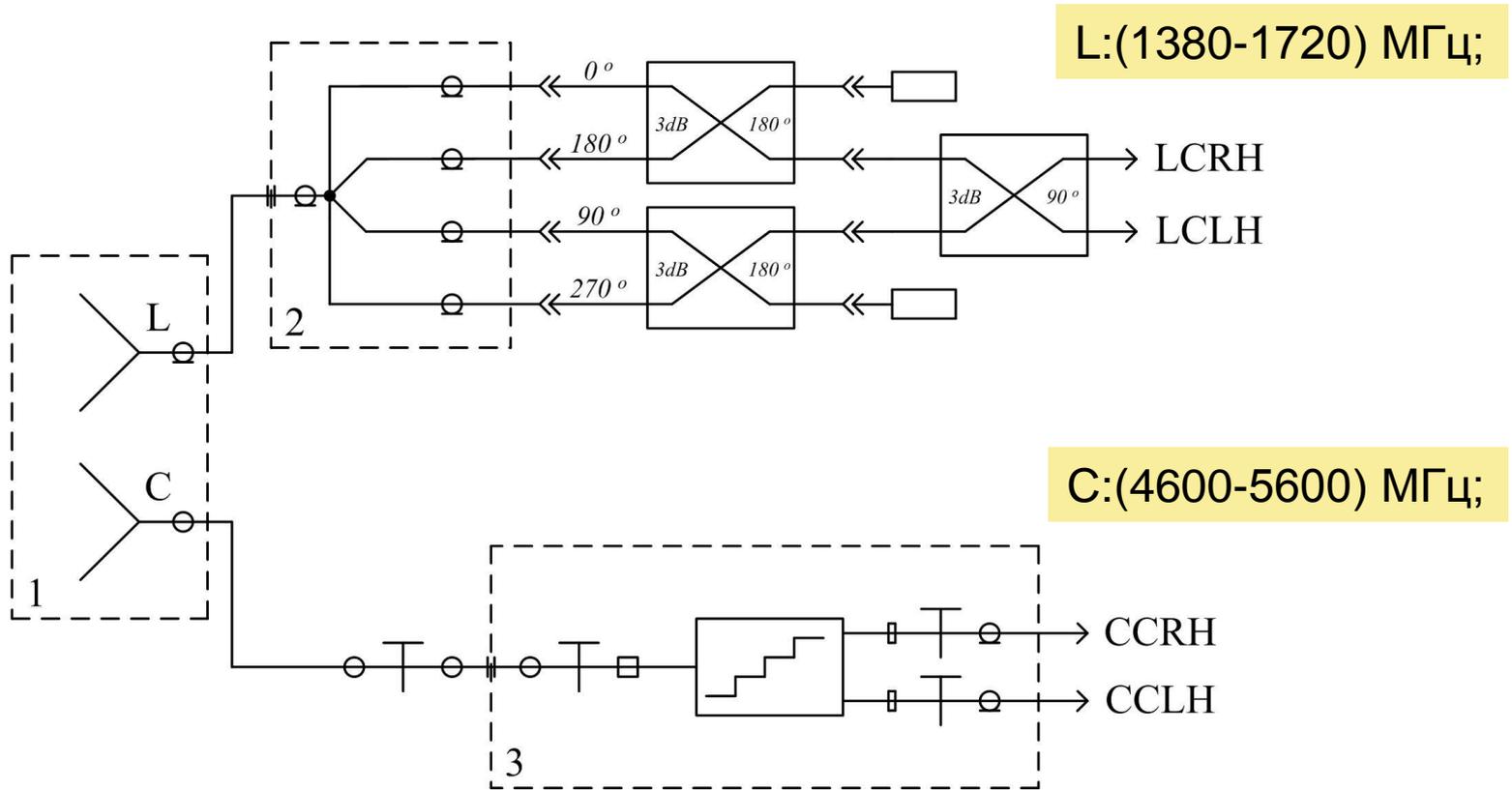
X-Band  $a/b=0.25$

S-Band  $a/b=0.4$



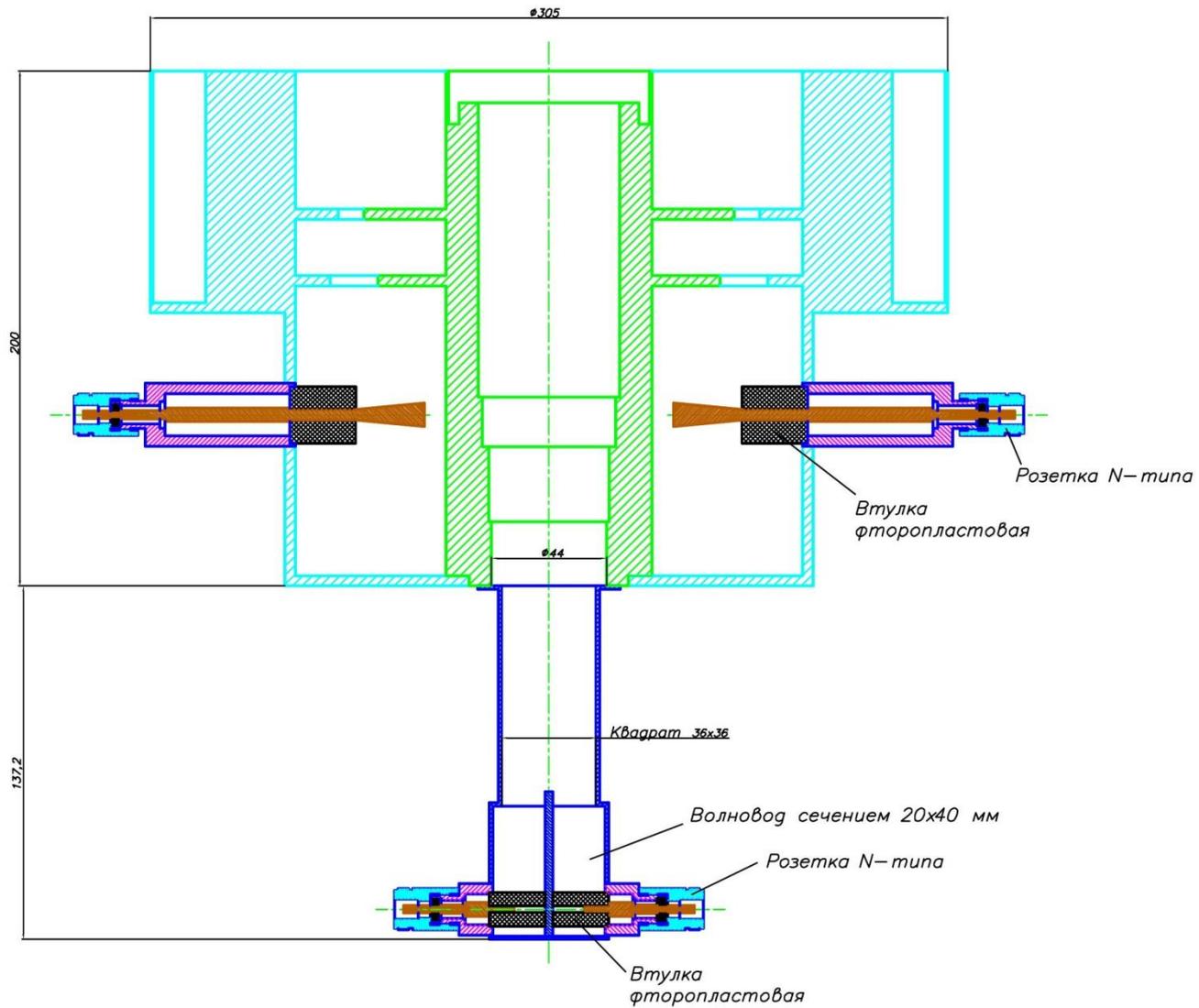
Perov A. O., Glamazdin V. V., Skresanov V. N. Design and optimization of tri-band coaxial feed horn for the radio telescope antenna // Proceedings of the 2013 IX International Conf. on Antenna Theory and Techniques (ICATT), 16-20 September, 2013, Odessa, Ukraine. 441-443

# Проект облучателя L/C диапазонов (структурная схема)

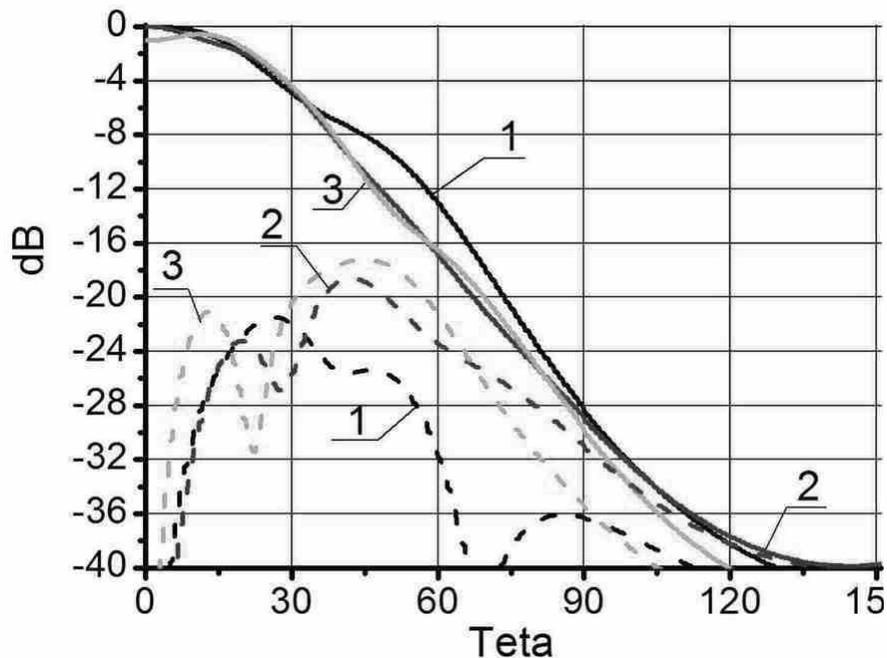


- 1- апертурный узел L/C облучателя;
- 2- разделитель ортогональных линейных поляризаций в L диапазоне;
- 3- разделитель ортогональных круговых поляризаций в C диапазоне

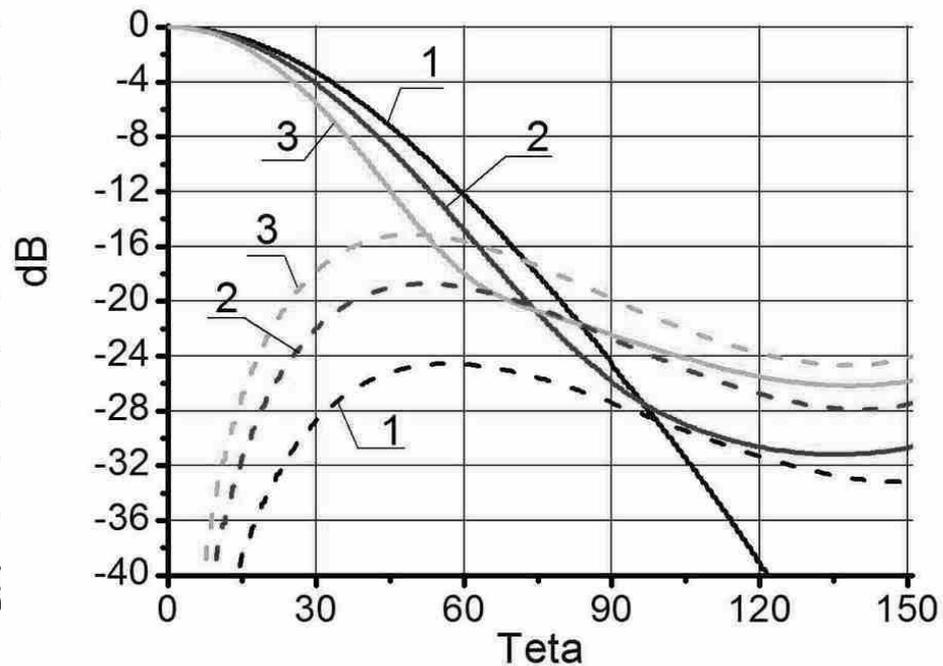
# Проект облучателя L/C диапазонов (теоретический чертеж)



## Проект облучателя L/C диапазонов (амплитудные диаграммы направленности)

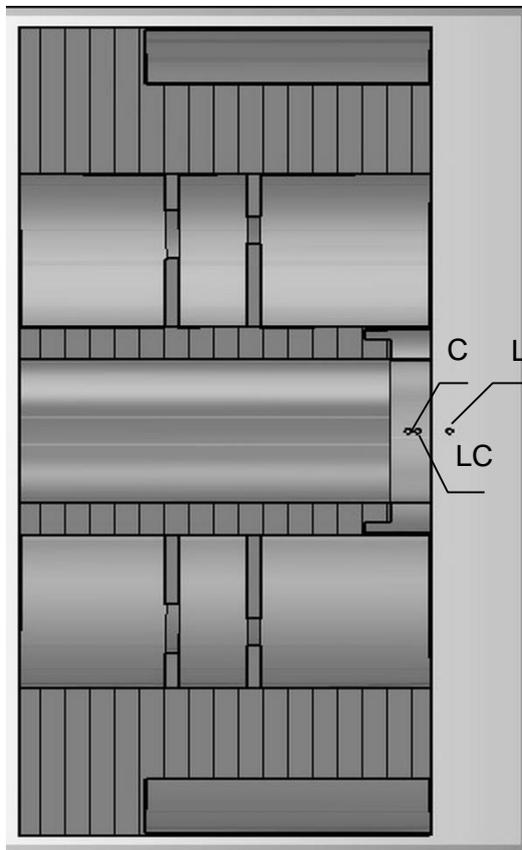


Амплитудные ДН на рабочей и кросс  
круговых поляризациях в С диапазоне:  
(1)- 4.6 ГГц, (2) – 5.1 ГГц, (3)- 5.6 ГГц

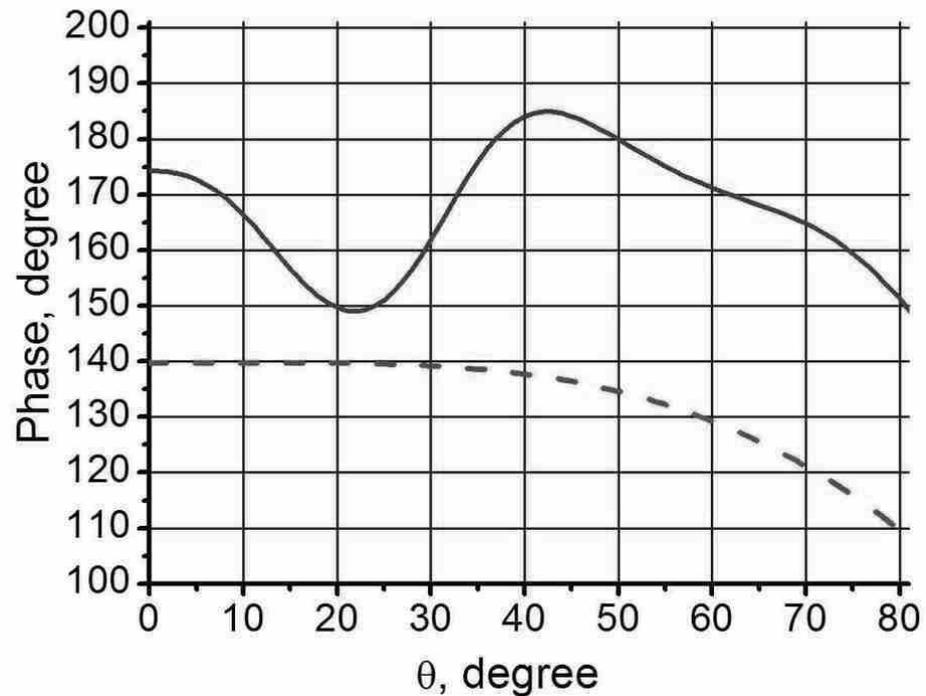


Амплитудные ДН на рабочей и кросс  
круговых поляризациях в L диапазоне:  
(1) – 1.38 ГГц, (2) – 1.55 ГГц, (3) – 1.72 ГГц

# Проект облучателя L/C диапазонов (фазовые диаграммы направленности)

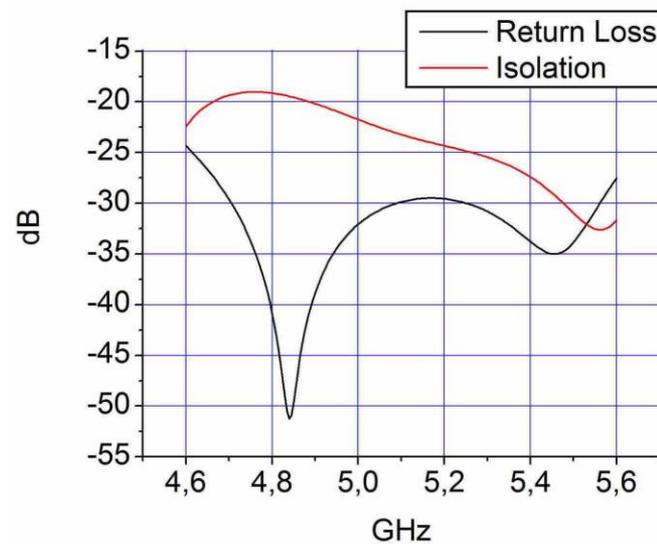
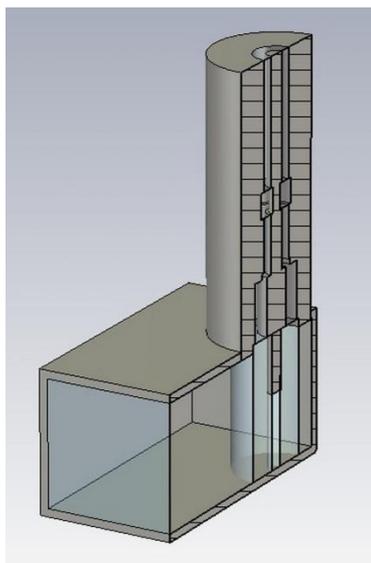
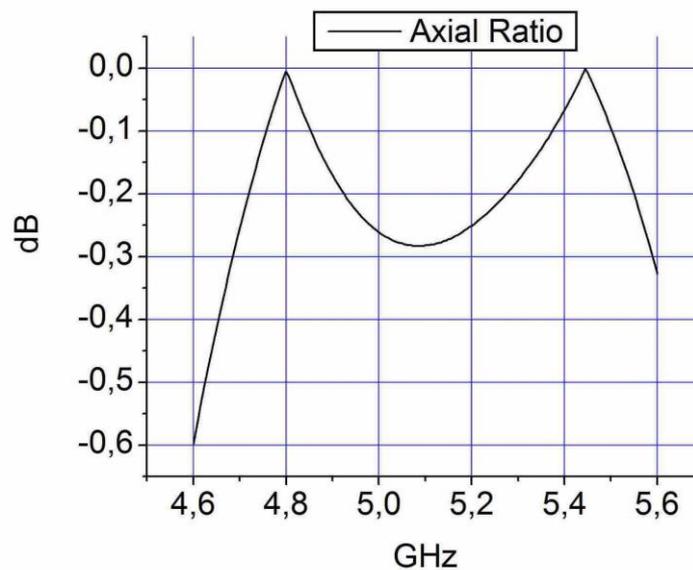
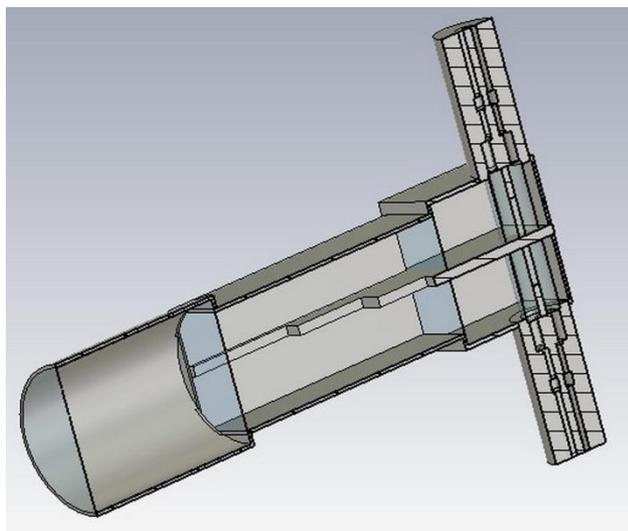


Фазовые центры излучателей  
L и C диапазонов

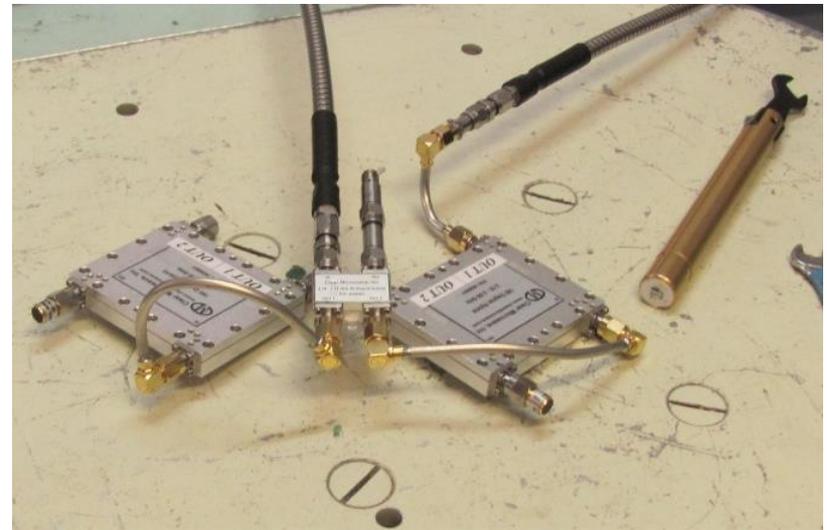
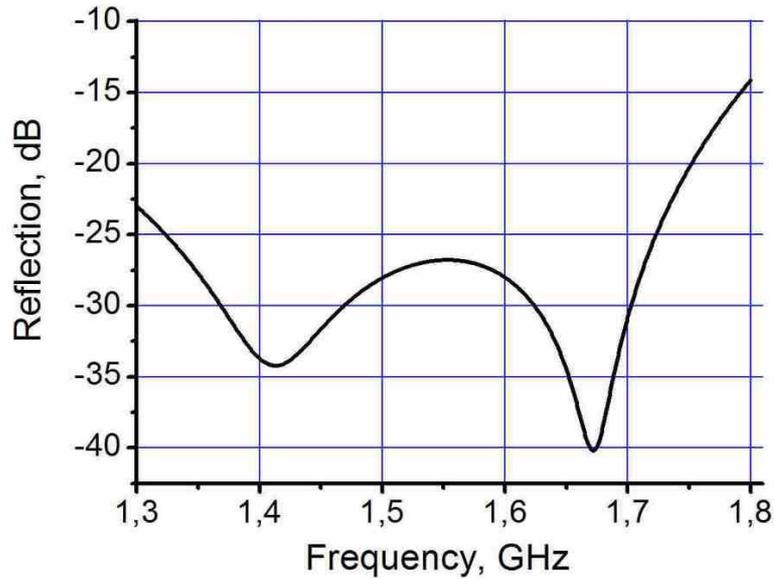
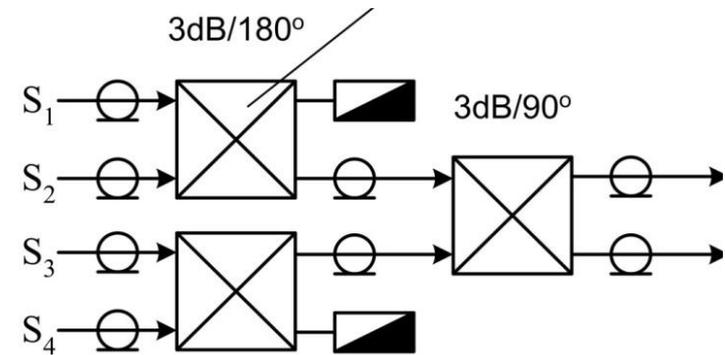
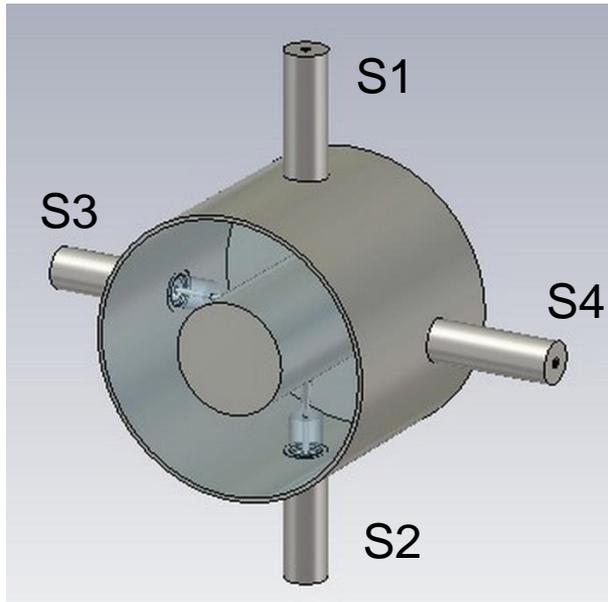


Фазовые ДН излучателей L и C диапазонов  
относительно единого LC фазового центра

# Характеристики разделителя круговых поляризаций С диапазона



# Разделитель поляризаций L диапазона





**Thank you  
for attention**