



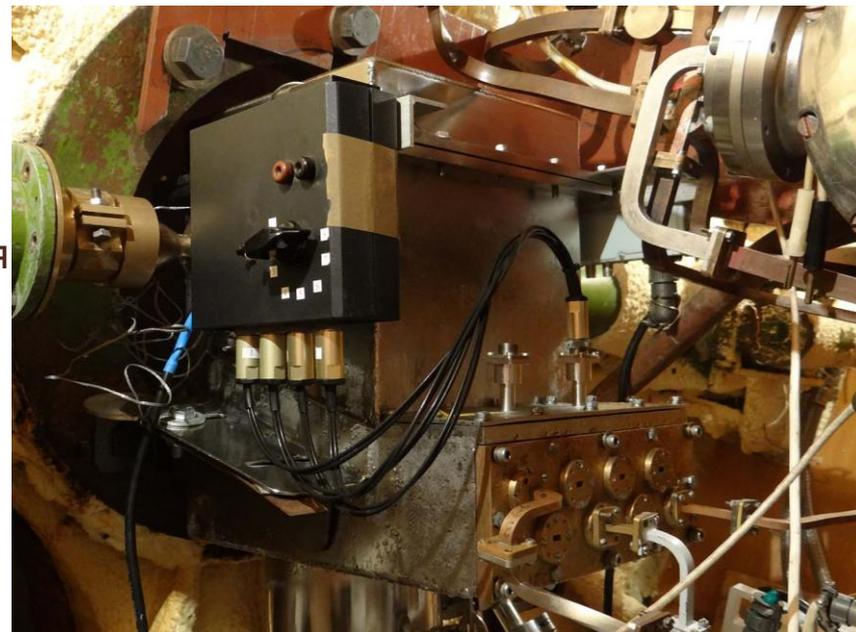
22 - 26 сентября 2014 г.
Пушино, ПРАО АКЦ ФИАН

4-Х КАНАЛЬНЫЙ ВХОДНОЙ КРИОБЛОК РАДИОМЕТРА 8 ММ ДИАПАЗОНА РТ-22 ФИАН

В. В. Краснов¹, В. А. Гусев¹,
В. Я. Девяткин¹, В. М. Миннебаев²

¹ ПРАО АКЦ ФИАН, г. Москва, Россия

² ОАО «НПП «Пульсар», г. Москва,
Россия

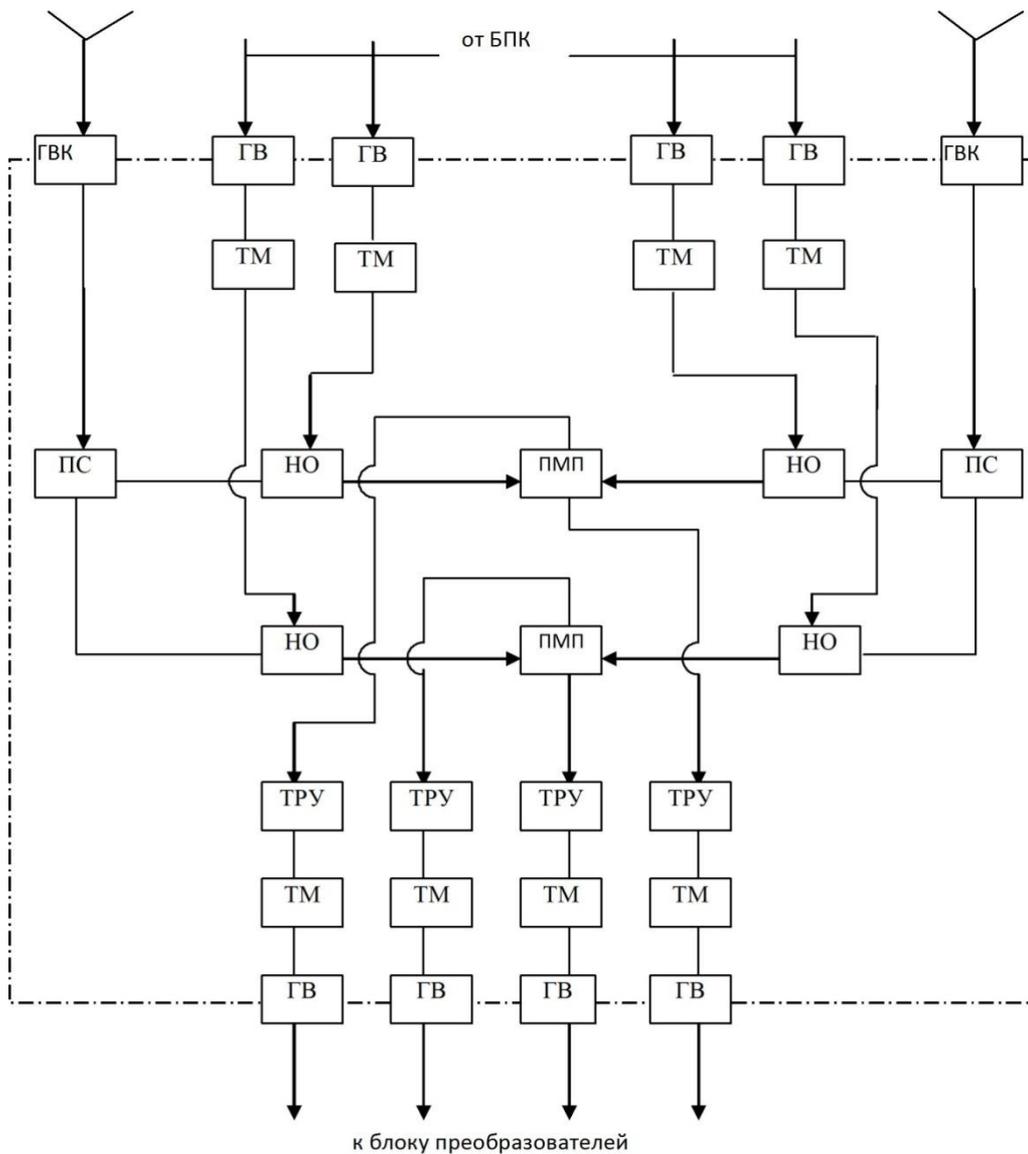




- **Введен в эксплуатацию на радиотелескопе РТ-22 ФИАН** новый входной криоблок модуляционного радиометра 8 мм диапазона, позволяющий принимать обе ортогональные поляризации исследуемого космического излучения.
- ***Переход к многоканальной структуре приемника***
-
- Входной 4-х канальный криоблок, обеспечивающий водородный уровень охлаждения, предназначен для охлаждения входной части создаваемого многоканального приемника 8-мм диапазона (рабочая полоса частот: 34-37,5 ГГц) РТ-22 ФИАН. В криоблоке формируются четыре независимых канала приема информации, т.к. реализуется прием двух ортогональных поляризаций космического излучения и используются переключатели Х-типа (при традиционной 2-х рупорной системе облучения РТ-22), когда в каждый полупериод модуляции информация идет в один из каналов приема.
-
- В качестве МШУ в каналах входного криоблока используются охлаждаемые усилители на базе МИС XL1000
-
- Рабочий диапазон частот криоблока: 34,0 – 37,5 ГГц,
- Усиление в рабочем диапазоне по каналам 28-32 дБ, при неравномерности 3 дБ,
- Шумовая температура (по входу круглого гермоввода): не более 150 К
- (по худшему из плеч любого канала модуляционного радиометра, с учетом необходимого подшумливания).
-
- Физическая температура СВЧ-начинки криоблока, включая поляризационные селекторы, 30–40 К (микрорьотенная система замкнутого цикла, производства «Сибкриотехника»).



Структурная схема входного криоблока



ГВК – гермоввод круглого сечения,

НО – направленный ответвитель,

ПМП – переключатель с магнитной памятью,

ПС – поляризационный селектор,

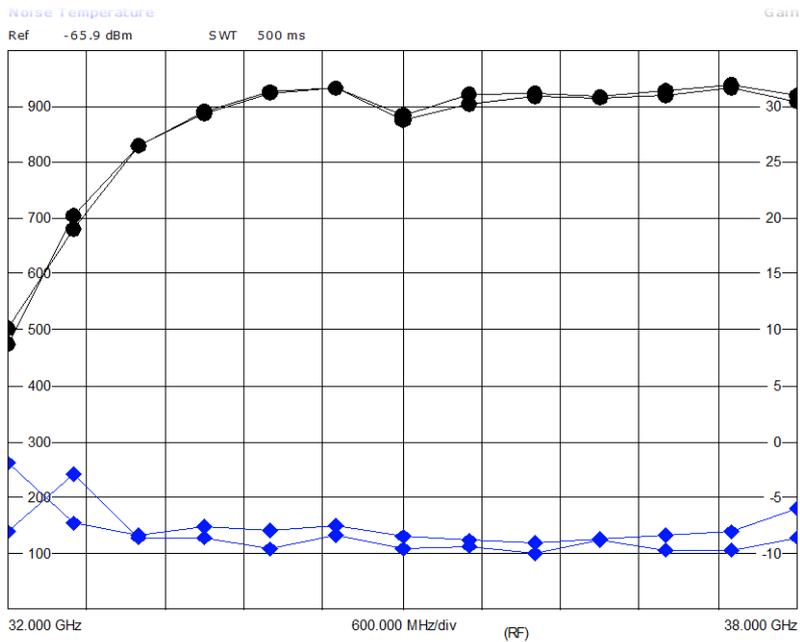
ТРУ – транзисторный усилитель,

ТМ – тепловой мост,

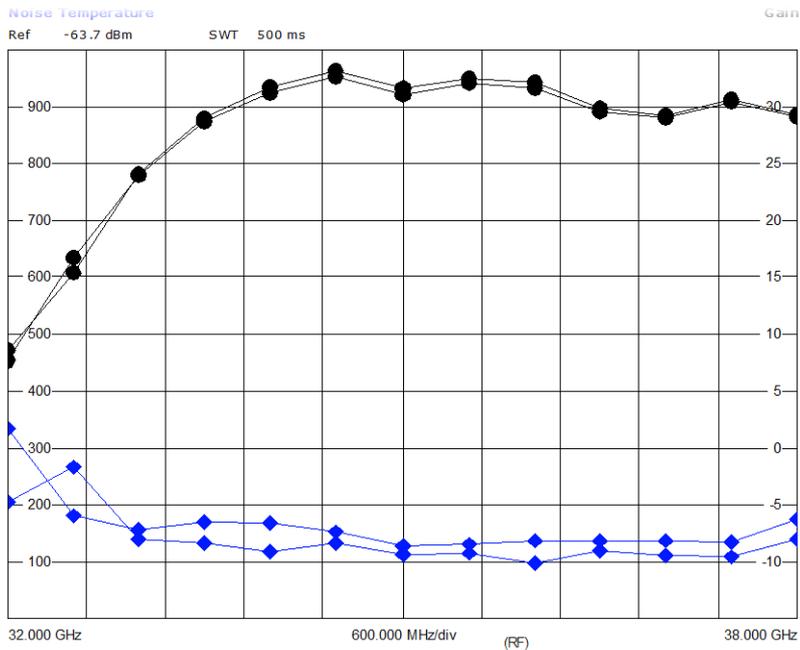
БПК – блок подшумливания и калибровки



а)



б)



Типовые АЧХ приемных каналов

а) 1-й канал

б) 4-й канал

Усиление в рабочем диапазоне по каналам $K_{ур} = 28-32$ дБ,

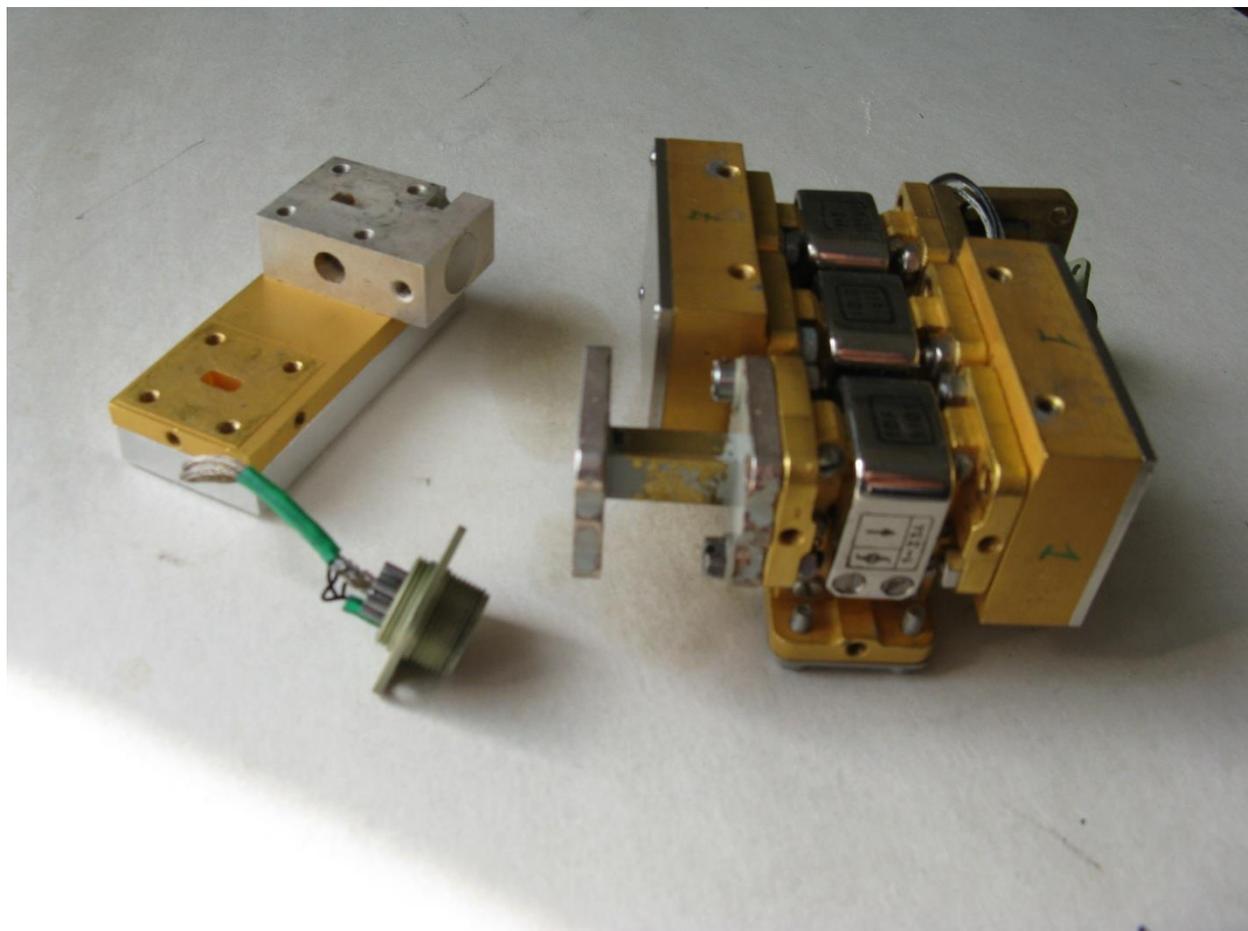
$\Delta k_{ур} < 3$ дБ,

Шумовая температура (по входу круглого гермоввода)

$T_{ш} < 150$ К



МШУ на базе МИС XL1000



односекционный (слева) двухсекционный (справа)

Для входного криоблока изготовлен комплект из 4-х МШУ на базе МИС XL1000, обладающих $T_{ш} \leq 50\text{К}$, $K_p = 30 \pm 2\text{дБ}$, $\Delta F = 34-37,5\text{ ГГц}$ при $T_{\text{ОКР}} = 22\text{К}$.

4-Х КАНАЛЬНЫЙ ВХОДНОЙ КРИОБЛОК



ВИД СО СНЯТОЙ КРЫШКОЙ





Расчетный шумовой вклад узлов криоблока в шумовую температуру приемника



Узел СВЧ тракта	Коэффициент передачи, дБ	Физическая температура, К	Вклад в шумы приемника, К
Гермоввод с тепловым мостом (нерж.сталь)	-0,3	295	23
ПС	-0,3	50	5
НО	-0,15	50	2
Волноводный тракт	-0,15	40	2
ПМП	-0,4	40	6
ТРУ	33	30	62*
Всего			100

* Шумовая температура усилителя: 45К



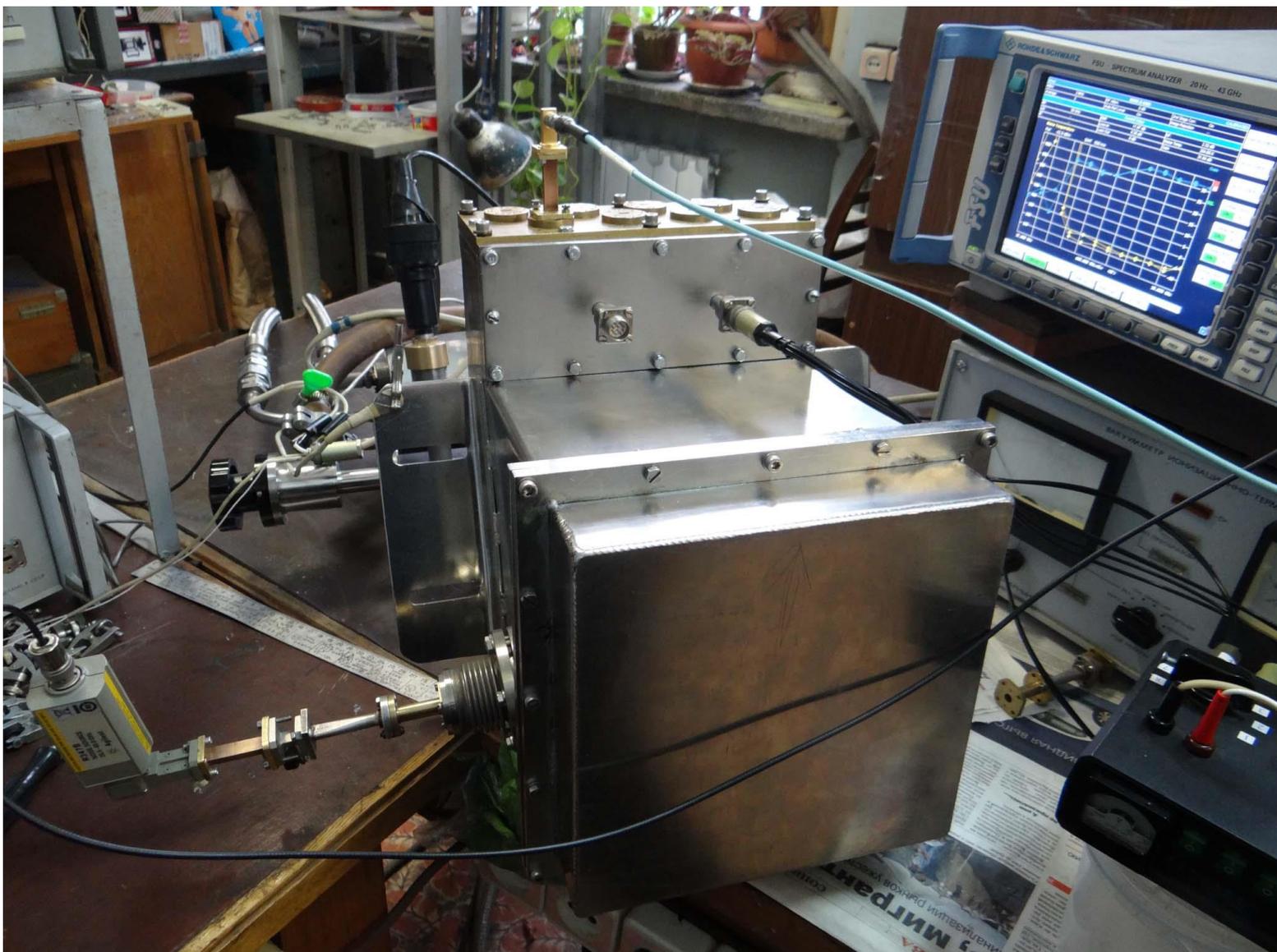
Расчетные теплопритоки на фланец второй ступени охладителя.



Механизм теплопритока	Вт	Примечание
Теплопроводность волноводных трактов: по нерж. стали (0,2мм).	0,37	2 ГВК входные, диаметр 7 мм, (5см)
Теплопроводность волноводных трактов: по нерж. стали (0,15 мм)	0,32	4 ГВ выхода сигнала (15см), 4 ГВ подшумливания (15см) сечение 7,2х3,4 мм
Теплопроводность проводов питания ТРУ, ПМП и термодатчиков	0,37	Медные: диаметр 0,15-0,35 мм, длина 20-40 см.
Излучение тепла: каскадами ТРУ ПМП и проводами	0,5 0,01	Рабочий ток одного ТРУ около 50 мА
Перенос излучением с радиационного экрана (медь, покр.никель)	0,15	Температура экрана 80 К, площадь 0,42 м ² Привед. степень черноты экрана 0,015
Суммарный	1,72	



4-Х КАНАЛЬНЫЙ ВХОДНОЙ КРИОБЛОК



Внешний вид



Первые результаты спектральных наблюдений



Наблюдения на двухканальном радиометре

Файл Параметры наблюдений Частота Юстировка Справка

ГШ: 40 из 40 Правым: 173 из 200 Левым: 0 из 200

10:20:50 ● Связь с сервером телескопа

Координаты телескопа

Азимут	Угол
Ареал: 49гр 35м 17с	Нреал: 18гр 46м 16с
Арасч: 49гр 35м 22с	Нрасч: 18гр 46м 14с
ошибка: 0гр 0м 5с	ошибка: 0гр 0м 2с

Фиксированный масштаб

АЧХ	Спектр
Xmax: 2040	Ymax: 1 -1
Xmin: 1	Ymin: -1 -2

использовать

Вывод АЧХ

Левый и правый рупор
 Разность рупоров

Вывод спектра

Текущий спектр
 Средний спектр
 Sigma 3*Sigma

Сигма спектра

Текущего Среднего

Быстрый доступ

F8-остановить в конце цикла
F9-обнулить среднее
F7-прервать накопление
F10-запустить накопление
Esc - выход

А

— Средний спектр — Среднее по 16 циклам

В

— Текущий спектр — Средний спектр

Номер спектрального канала

Накопление

Накопление АЧХ: 1 сек

Шумы

Tsys 1	46.3	Cont 1	-0.903
Tsys 2	45.5	Cont 2	-0.144
RMS theory 1	0.040	RMS obs 1	0.424
RMS theory 2	0.040	RMS obs 2	0.347

Вывод результата

Выводить в папку: C:\developer\AS_50\Sen_2014_New apparat

Имена сл. файлов: 030914_012a, 030914_012b

Формат: SYM

Выводить промежут. рез-ты Отключить вывод

Orion A

Источник Орион А

Синие кривые – одиночные спектры, накопление 200 с

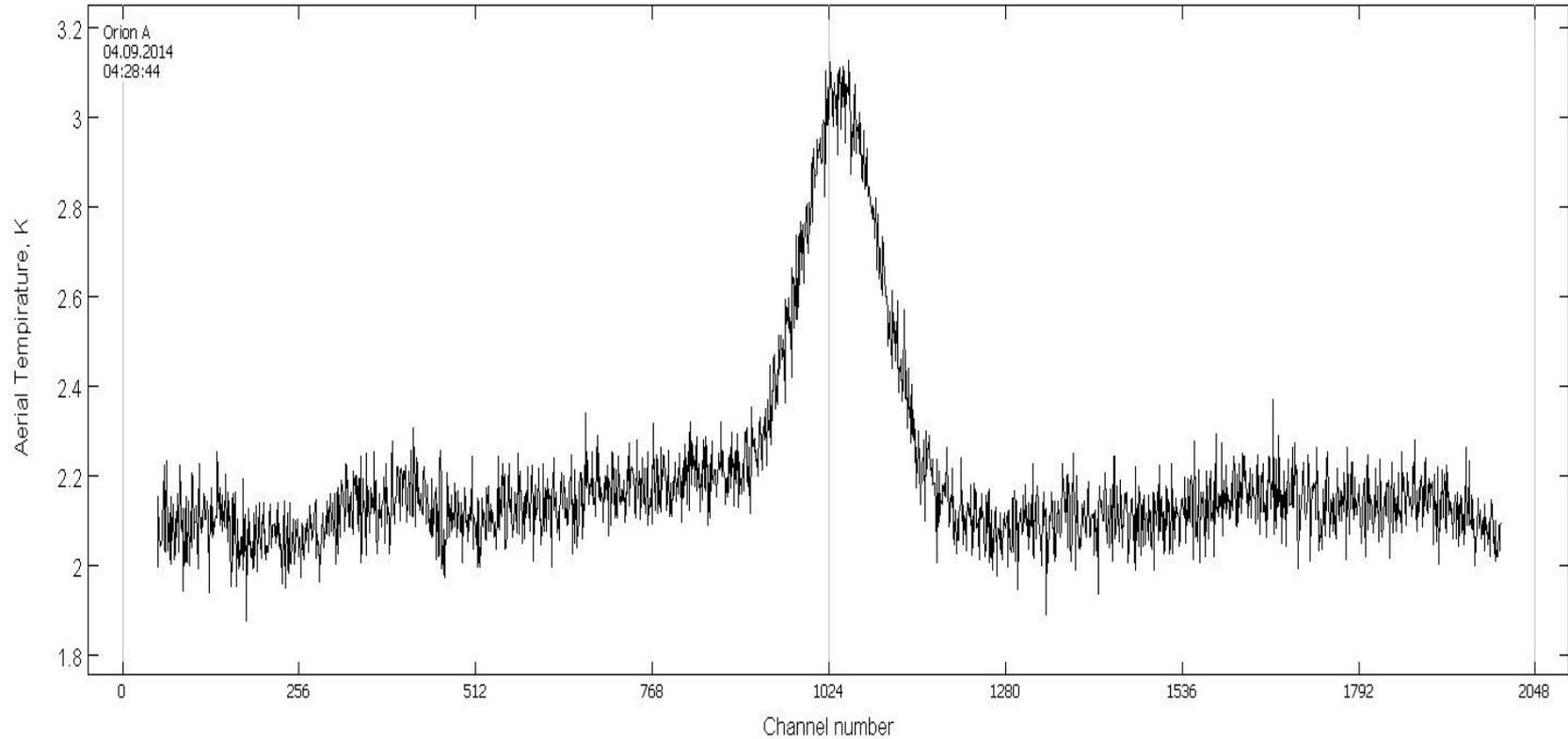
Красные кривые – усреднение 16 спектров

Верхнее окно – канал А, спектр H56α 36466.27 МГц

Нижнее окно – канал В, спектр H57α 34596.38 МГц



Первые результаты спектральных наблюдений



Усредненный спектр H56α в Orion A,
полученный с накоплением около 2 часов

Первые результаты спектральных наблюдений



Наблюдения на двухканальном радиометре

Файл Параметры наблюдений Частота Юстировка Справка

ГШ: 0 из 40 Правым: 0 из 200 Левым: 0 из 200

13:48:04 Связь с сервером телескопа

Координаты телескопа

Азимут	Угол
Ареал: 161гр 58м 60с	Нреал: 30гр 7м 52с
Арасч: 161гр 59м 3с	Нрасч: 30гр 7м 51с
ошибка: 0гр 0м 3с	ошибка: 0гр 0м 1с

Фиксированный масштаб

АЧХ		Спектр
Xmax: 2040	Ymax: 1	-1
Xmin: 1	Ymin: -1	-2

использовать

Вывод АЧХ

Левый и правый рупор
 Разность рупоров

Вывод спектра

Текущий спектр
 Средний спектр
 Sigma 3*Sigma

Сигма спектра

Текущего Среднего

Быстрый доступ

F8-остановить в конце цикла

F9-обнулить среднее
F7-прервать накопление
F10-запустить накопление
Esc - выход

Накопление

Запустить

Показать АЧХ

Накопление АЧХ: 100 сек

Шумы

Tsys 1	45.9	Cont 1	3.069
Tsys 2	52.3	Cont 2	2.099
RMS theory 1	0.042	RMS obs 1	0.395
RMS theory 2	0.047	RMS obs 2	0.348

Вывод результата

Выводить в папку C:\developer\AS_50\Sen_2014_New appart

Имена сл. файлов 030914_037a, 030914_037b

Формат: SYM

Выводить промежут. рез-ты Отключить вывод

W3A

Источник W3A

Синие кривые –
одиночные спектры,
накопление 200 с

Красные кривые –
усреднение 21 спектра

Верхнее окно –
канал А,
спектр H56 α 36466.27
МГц.

Нижнее окно –
канал В,
спектр H57 α 34596.38
МГц



Выводы

1. Введен в эксплуатацию новый входной криоблок, предназначенный для работы в составе создаваемого многоканального приемника 8 мм диапазона РТ-22 ФИАН и позволяющий принимать обе ортогональные поляризации исследуемого космического излучения.
2. Во входном криоблоке формируются 4 независимых канала приема информации, что увеличит информативность радиотелескопа после ввода в эксплуатацию нового преобразовательного блока в 4 раза при наблюдениях молекулярных радиолиний и в 8 раз при наблюдениях РРЛ.
3. Вклад приемника в шумовую температуру системы снизился на 50К по сравнению с одноканальным входным криоблоком, ранее находившимся в эксплуатации.



**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ !**

Конструктивные особенности криоблока

- Конструктивно криоблок представляет собой герметичный кожух из полированной нержавеющей стали с габаритами 350x230x230 мм с приваренным снизу цилиндром микроохладителя. Приведенная степень черноты поверхности кожуха не более 0,04. При данных габаритах перенос тепла излучением от теплого кожуха на радиационный экран, установленный на фланце первой ступени МО не превышает 7 Вт, т.е. обеспечена штатная температура первой ступени охлаждения МКС ЗЦ.
- С рупорной системой облучения телескопа криоблок стыкуется через гермовводы круглого сечения, одновременно служащие тепловыми мостами. Это вынужденное совмещение функций из-за необходимости вписать входные тракты криоблока, включая поляризационные селекторы (с совмещением их осей с осями рупорной системы облучения телескопа), в заданные габариты рупорной системы РТ-22.
- Сконструированы и изготовлены новые оконечные элементы рупорной системы 8 мм диапазона, важная особенность конструкции: рупора «складываются», т.е. при установочных работах в отсеке СВЧ можно уменьшить их длину. В корпусе рупора заключена «вставка» (в рабочем раздвинутом положении обработанная на станке вместе с корпусом рупора и образующая требуемую конусную поверхность), которую при установке криоблока можно вдвинуть внутрь, уменьшив общую длину.



Рабочие характеристики ПМП Х-типа при $T=30\text{K}$



Параметры	ПМП Х-типа
Рабочий диапазон, ГГц	34-37,5
Полоса частот, %	11
Прямые потери не более, дБ	0,4
Обратные потери не менее, дБ	20
КСВН не более	1,2
Время переключения не более, мкс	0,5
Ток переключения, А	4 -9
Тепловыделение не более, мВт	10



Основные параметры поляризационного селектора при $T=30\text{ К}$

Параметр	Ед. изм.	Значение	Примечание
Рабочая полоса частот	ГГц	34-37,5	
Прямые потери в плечах поляризаций «Е» и «Н»	дБ	<0.3	
Развязка плеч «Е» и «Н»	дБ	>27	
КСВН плеч «Е» и «Н»		<1.3	при КСВН < 1.1 в плече входа сигнала

МШУ

