



РАТАН-600: отчет 2014-1



Радиотелескоп РАТАН-600 относится к рефлекторным антеннам и его появление на свет было обусловлено требованиями астрофизических задач того времени – достижение высокого углового разрешения, большой собирающей поверхности, многочастотность.

Принципиальные ограничения в линейных размерах наземных телескопов привели к появлению новых конструкторских решений в телескопостроении.

# Радиотелескоп РАТАН-600

*С. Э. Хайкин*, *Н. Л. Кайдановский*, *Ю. Н. Парийский*, *Н. А. Есепкина*

Кратко описан проект радиотелескопа переменного профиля (АПП) предельного размера для волн 0.4—21 см. Основные параметры радиотелескопа: 1) диаметр — 576 м; 2) высота — 7.4 м; 3) эффективная площадь (при единичном наблюдении)  $\approx 1000 \text{ м}^2$ ; 4) ширина горизонтальной диаграммы  $\approx 5''$  на  $\lambda=0.8 \text{ см}$ . Радиотелескоп снабжен перископом для ускорения обзора и наблюдений, требующих длительного сопровождения.

## § 1. НАУЧНЫЕ ЗАДАЧИ

РАТАН-600 — радиотелескоп высокой разрешающей силы и большой собирающей площади для диапазона волн 4 мм—21 см (рис. 1). РАТАН-600 в основном предназначен для астрономических исследований методами радиоастрономии и радиолокации, но может быть использован также для радиофизических исследований и прикладных целей.

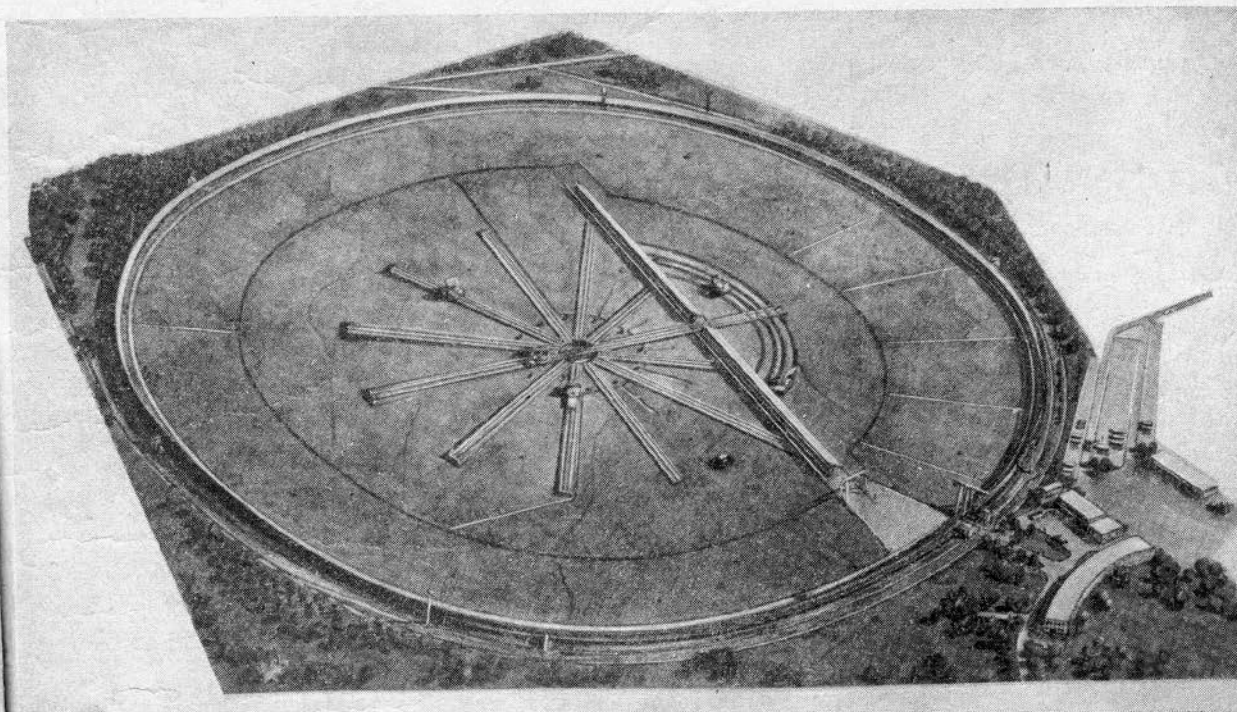


Рис. 1. Общий вид радиотелескопа.

1. Основные радиоастрономические проблемы:
  - а) детальное исследование объектов ближнего космоса, прежде всего с целью изучения физических условий на поверхностях планет Солнечной системы, их спутниках, астероидах;

# Задачи

- исследование объектов Солнечной системы;
- изучение квазаров и радиогалактик;
- поисковые обзор неба на предельно высоких частотах;
- детальное исследование радиогалактик;
- исследование Галактики в спектральных линиях;
- исследование радиоизлучения Солнца.



# 40 лет первому наблюдению

$\lambda = 4 \text{ см}$

PK S 05 21-36

12 VII 74

$T_s = 0.42 \text{ K}$  - наблюд



Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

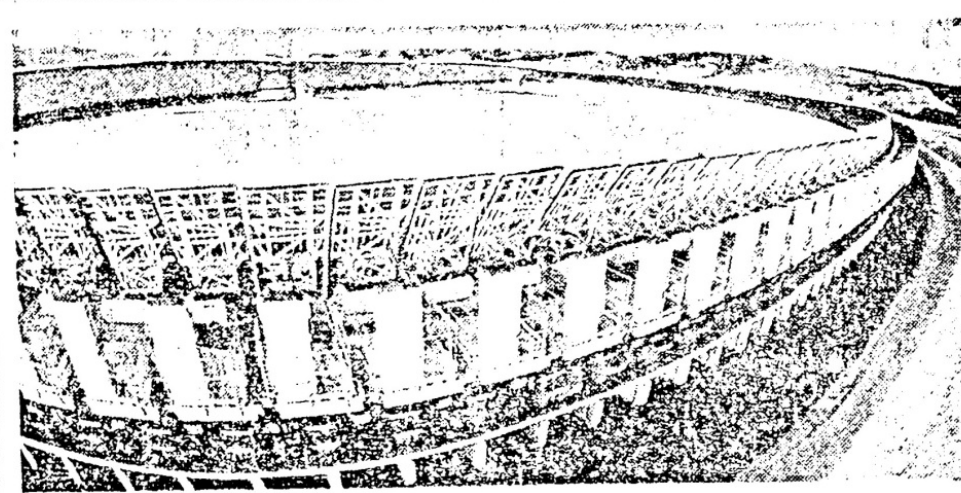
Коммунистическая партия Советского Союза

# ПРАВДА

и Центрального Комитета КПСС

Воскресенье, 20 марта 1977 года

Цена 3 коп.



## РАТАН-600 действует!

Строителям, рабочим, монтажникам, инженерно-техническим работникам, служащим, ученым, коллективам организаций и предприятий, всем участникам создания, строительства и ввода в действие радиотелескопа РАТАН-600

Дорогие товарищи!

Сердечно поздравляю вас с новым успехом в развитии советской астрономической науки и техники — с вводом в действие крупнейшего в мире радиотелескопа РАТАН-600 в станице Зеленчукской Ставропольского края.

Создание этого уникального астрономического прибора стало возможным благодаря самоотверженному труду и творческому содружеству ученых, строителей, монтажников, инженерно-технических работников и служащих Академии наук СССР, Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, предприятий Министерства энергетики и электрификации СССР, Министерства энергетического машиностроения и других организаций.

РАТАН-600 по своим важнейшим параметрам превосходит все известные радиотелескопы. В его оригинальной конструкции воплощены лучшие достижения отечественной науки и техники. Советские ученые получили совершенный астрономический инструмент, который значительно расширяет возможности в проведении фундаментальных исследований Солнечной системы, нашей Галактики и других объектов Вселенной.

Желаю вам, дорогие товарищи, в преддверии 60-летия Великой Октябрьской социалистической революции дальнейших успехов в развитии советской науки.

Л. БРЕЖНЕВ

Крупнейший в мире радиотелескоп РАТАН-600 в станице Зеленчукской Ставропольского края — совершенный астрономический инструмент, позволяющий ученым расширить возможности исследования Вселенной.

Фото В. Яковлева.



# Задачи

Время идет, появляются новые инструменты, как для широкого круга астрофизических исследований, так и специализированные инструменты для целевых (dedicated) исследований. Естественно, необходимо искать и находить свою нишу, где наилучшим образом реализуются заложенные в инструменте возможности. Тем не менее, большинство астрофизических проблем, на решение которых и строился РАТАН-600 по-прежнему остаются востребованными.

Сегодня РАТАН-600 - многопрограммный инструмент коллективного пользования.

Наблюдательное время распределяется КТБТ:

Выполняются Программы, как российских пользователей, так и зарубежных; участвует в международных наблюдательных программах по наземной поддержке многих космических проектов сегодняшних и будущих (Planck, Радиоастрон).

Исторически наблюдательные программы делятся на три вида:

- континуум;
- спектральные наблюдения;
- и Солнце.



# Исследования в континууме

1. Многоцелевые глубокие обзоры:

- фоновые излучения Вселенной: Проект «Генетический код Вселенной»;
- статистика и исследование слабых объектов в см-диапазоне (ГАИШ, МГУ; Большое Трио: РАТАН-VLA-БТА).

2. Активные ядра галактик: многоцелевые мониторинги по исследованию переменности на разных временных масштабах от дней до лет.

3. Галактика (ОСН, рентгеновские источники, микроквazarы)

- Исследования Солнца;
- Галактика в линиях;
- Спектрально-пространственные флуктуации CMBR.



# Основные элементы успешной работы инструмента

- Антенна
- Приемно-измерительные комплексы
- Методы

# Точностные требования к форме поверхности антенны

## Главное зеркало:

- 1) Точность поверхности отдельных элементов;
- 2) Позиционирование отдельных элементов для формирования расчетной отражающей поверхности.

## Вторичные зеркала:

- 1) Точность поверхности зеркала;
- 2) Позиционирование в расчетное положение.

В настоящее время юстировка поверхности радиотелескопа проводится геодезическими (с использованием приборов и технологий, позволяющих проводить измерения поверхности главного зеркала с ошибкой 0.2 - 0.3 мм) и радиотехническими методами.

Для РАТАН-600 при  $\lambda_{min} = 8$  мм допустимая СКО отражающей поверхности не должна превышать:

$$\pm 0.04 \times \lambda = \pm 0.32 \text{ мм}$$

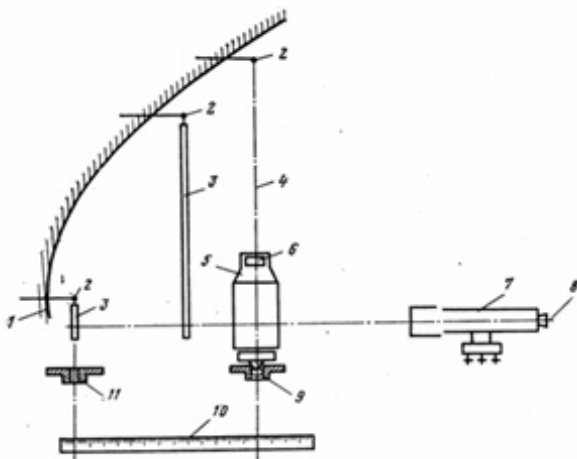
# Методы геометрического контроля поверхности вторичных зеркал

- струнно-оптический метод с использованием PZL и нивелира
- угловой засечкой с использованием тахеометра
- струнно-оптический метод с использованием тахеометра
- «сканирование» поверхности лазерным трекером

Лазерным трекером Leica AT401

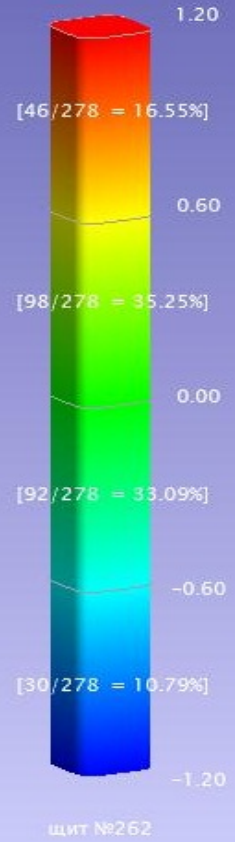
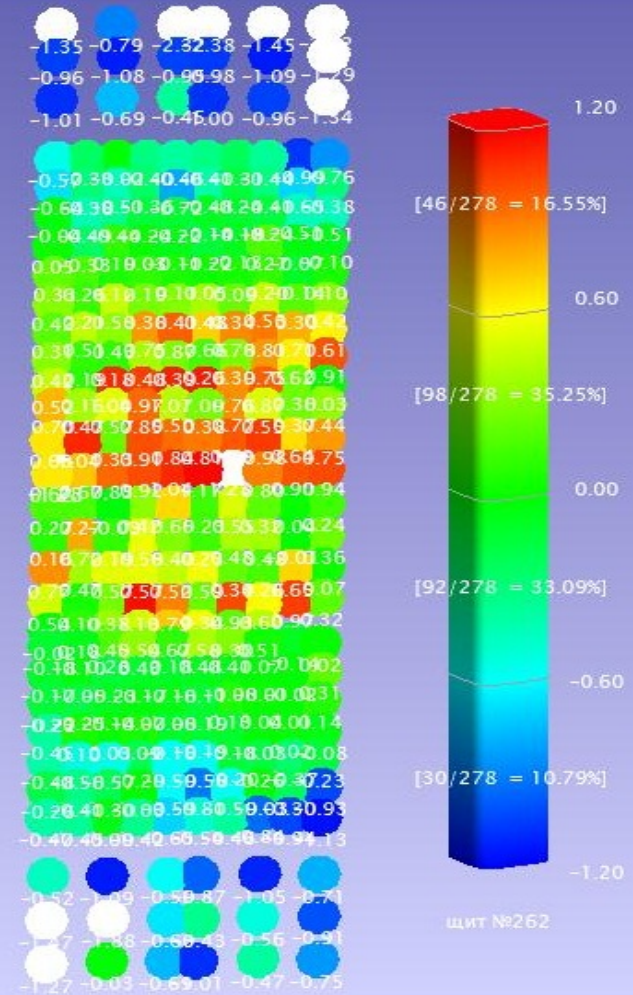
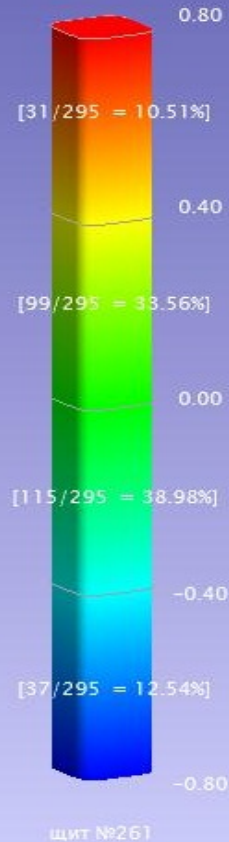
Схема определения координат опорных точек вторичного зеркала PZL и нивелиром

Тахеометром



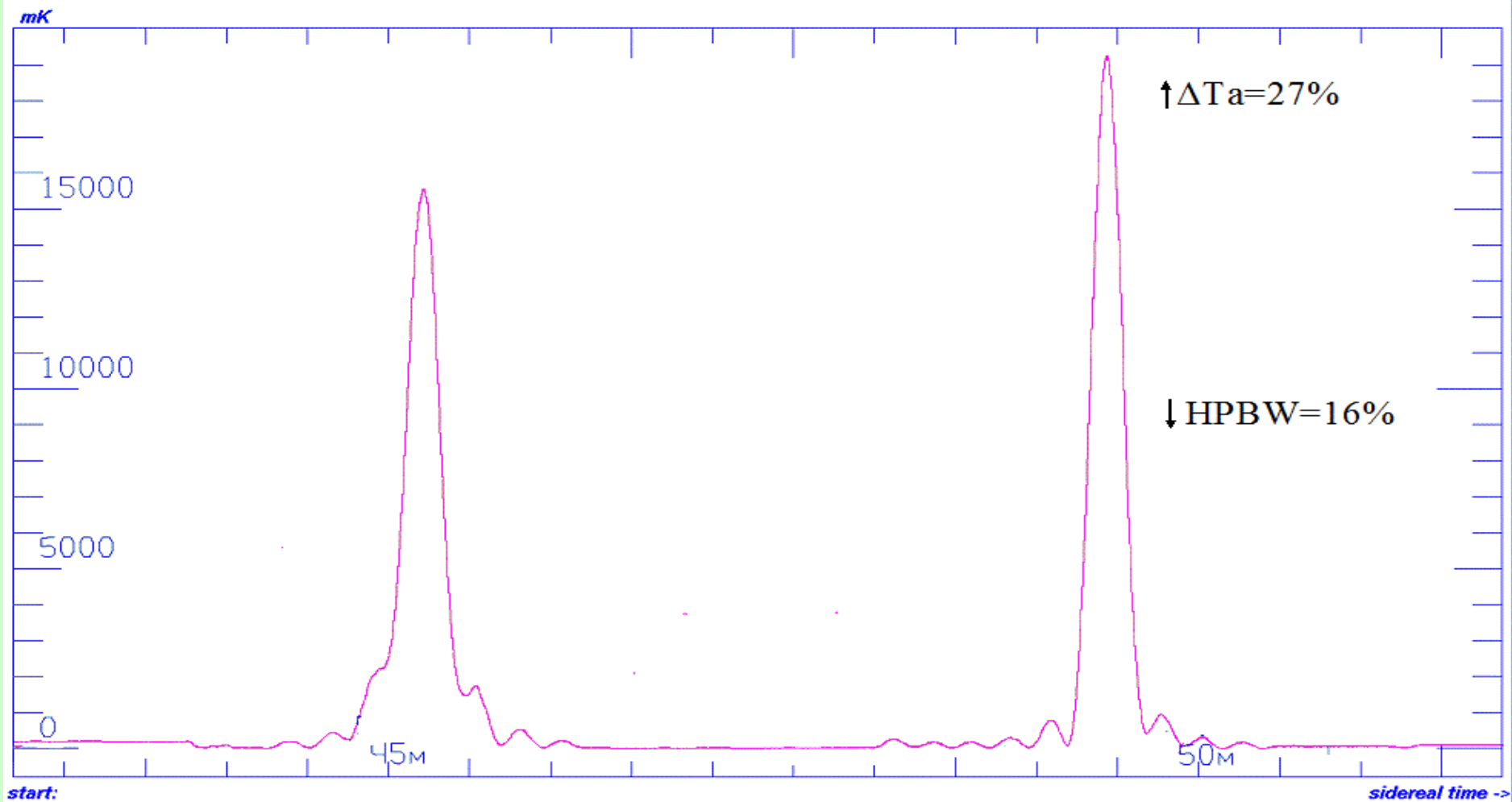


# Оценка состояния отражающей поверхности элементов Южного сектора



Карта отражающей поверхности щит № 261 СКО = ± 0.23 мм,  
 щит № 262 СКО = ± 0.39 мм.

# Юстировка антенной системы Ю+П по ГСЗ



Предварительные оценки дают ошибки по радиусу в рабочем положении щитов Северного и Южного секторов составляет 0.9 мм и 0.7 мм соответственно. Реализована точность метода измерения случайной ошибки не хуже 0.15 мм СКО.



# Радиометры континуума РАТАН-600

В связи с многократным использованием ресурса МКС и невозможностью массового приобретения новой криогенной техники на РАТАН-600 охлаждаемые малошумящие усилители в радиометрах заменяются на «теплые».

По большинству характеристик наиболее подходящими для использования в радиометрах признаны МШУ НТФ «Микран» (г.Томск).

В 2014 г. будет завершен перевод всех криогенных радиометров РАТАН-600 на теплые входные МШУ. В диапазонах 6 см, 3.5 см и 2.6 см отличие по шумам от криогенных усилителей составляет от 7 до 16 К, с учетом же гермовводов в криостаты - вдвое меньше. В диапазоне 1.4 см некоторая потеря в чувствительности будет скомпенсирована применением схемы полной мощности и двухканального приема на всех радиометрах.



# Радиометры континуума РАТАН-600



Диапазон ГГц	Наименование изделия	Шумовая темп. дБ (К)	Усиление дБ	Вход-выход
4.4-5.0	MALN4450-11	0.25 (17)	35	Волновод-волновод
7.9-8.7	MALN7984-12	0.3 (21)	30	Волновод-коакс. 7/3
10.9-11.7	MALN109117-12	0.4 (28)	36-38	Волновод-коакс. 3.5/1.52
21.0-23.5	MALN210235-11	1.2 (92)	28-30	Волновод-коакс. 3.5/1.52

# Основной комплект радиометров континуума установлен на Облучателе 1;

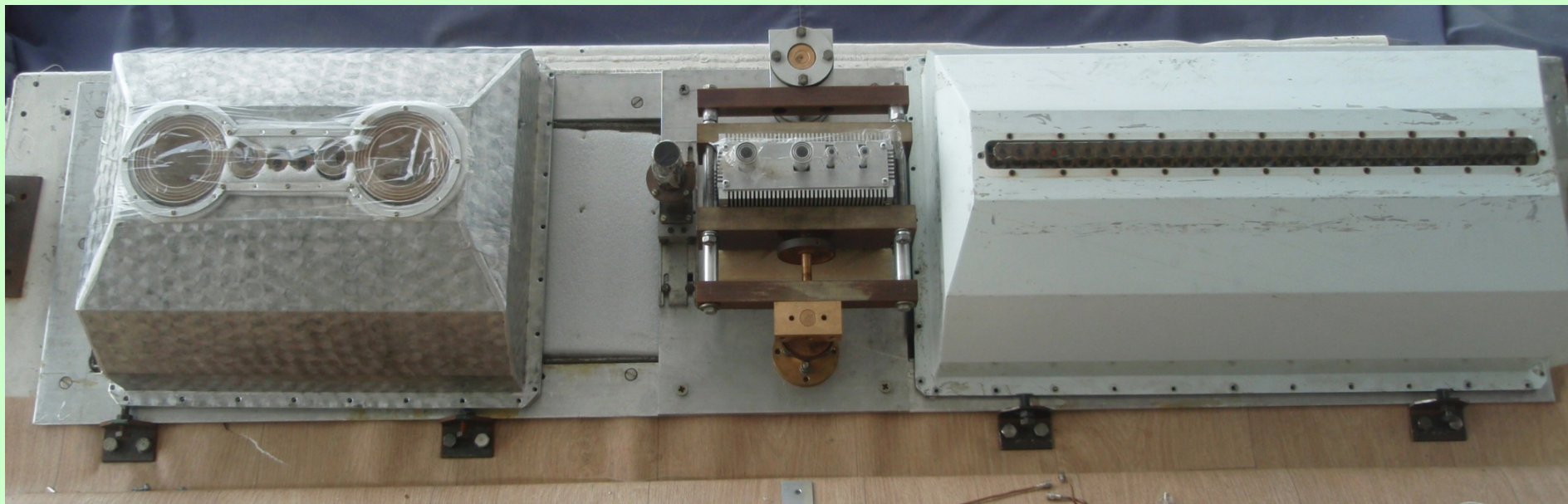
круглосуточно используется в наблюдениях.

Параметры комплекса на осень 2014 г.

Волна см	Центр. частота ГГц	Полоса ГГц	Чувств мК/с <sup>1/2</sup>	T <sub>sys</sub> К	Схема	Примечание
1.0	30.0	4.0	6	240	МОД	«МАРС-2», 3 канала
1.4	21.7	2.5	6	190	МОД	МШУ «Микран»
2.7	11.2	0.8	5	100	МОД	МШУ «Микран»
3.6	8.3	0.8	4.5	90	МОД	МШУ «Микран»
6.3	4.8	0.8	3.5	70	ТРW	МШУ «Микран» 2канала
13	2.4	0.4	12	95	РДШ	Помехи
31	0.96	0.12	15*	105	РДШ	Помехи от GSM
49	0.6	0.13	25**	125	РДШ	Помехи от ТВ

## Второй комплект радиометров континуума установлен на Облучателе 2

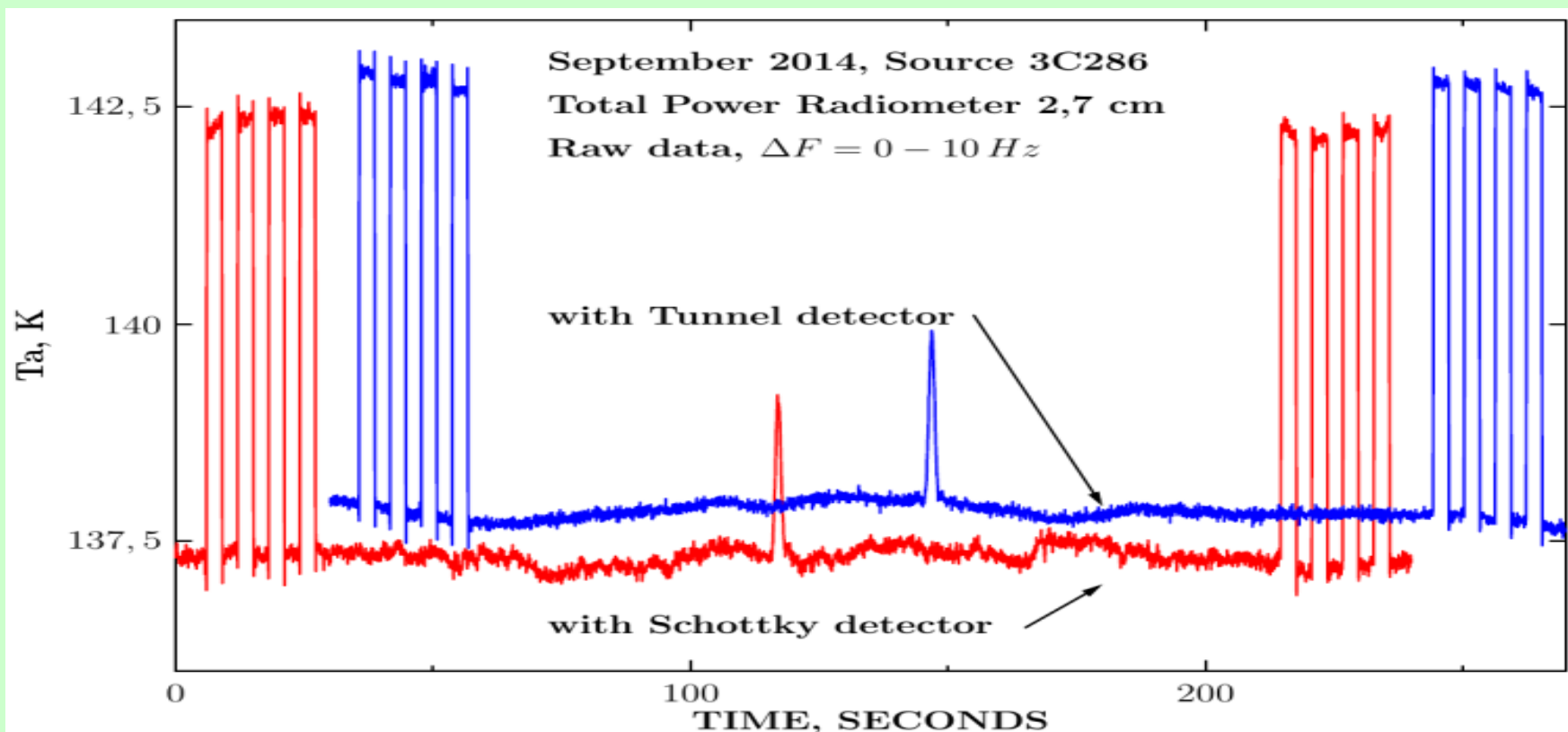
Волна см	Центр. частота ГГц	Полоса ГГц	Чувств мК/с <sup>1/2</sup>	Тсист К	Схема	Примечание
1.0	30.0	5.0	6	240	МОД	«МАРС-3», 16 каналов
1.4	21.7	2.5	6	185	МОД	Эридан
2.7	11.2	1.4	5	100	МОД	Эридан
6.3	4.8	0.8	3.5	60	МОД	Эридан





Продолжаются работы по повышению чувствительности радиометров континуума путем их перевода в режим "полной мощности".

В сентябре с.г. модернизирован радиометр диапазона 2.7 см (Обл. 1) – замена детектора с диодом Шоттки на туннельный детектор.

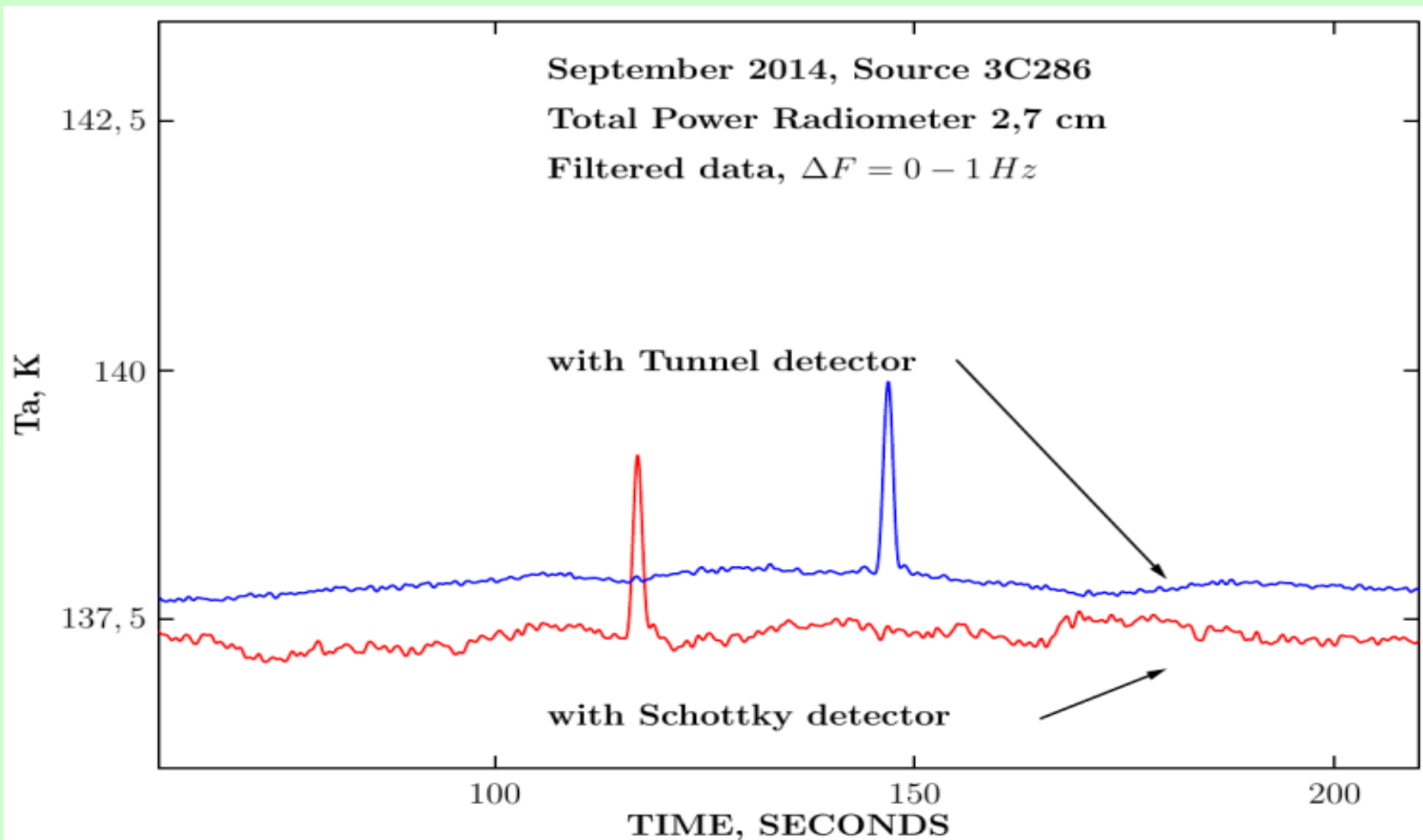


На обеих записях присутствуют "белая" компонента шума радиометра и "атмосферные волны».

Однако, на красной кривой присутствует также сильная  $1/f$  компонента шума детектора, тогда как на синей кривой эта компонента шума отсутствует

Здесь показаны те же записи, но с НЧ фильтрацией для достижения максимального отношения сигнал/шум.

Наблюдения показали увеличение чувствительности **в два раза (!)** в режиме полной мощности по сравнению с модуляционным режимом.



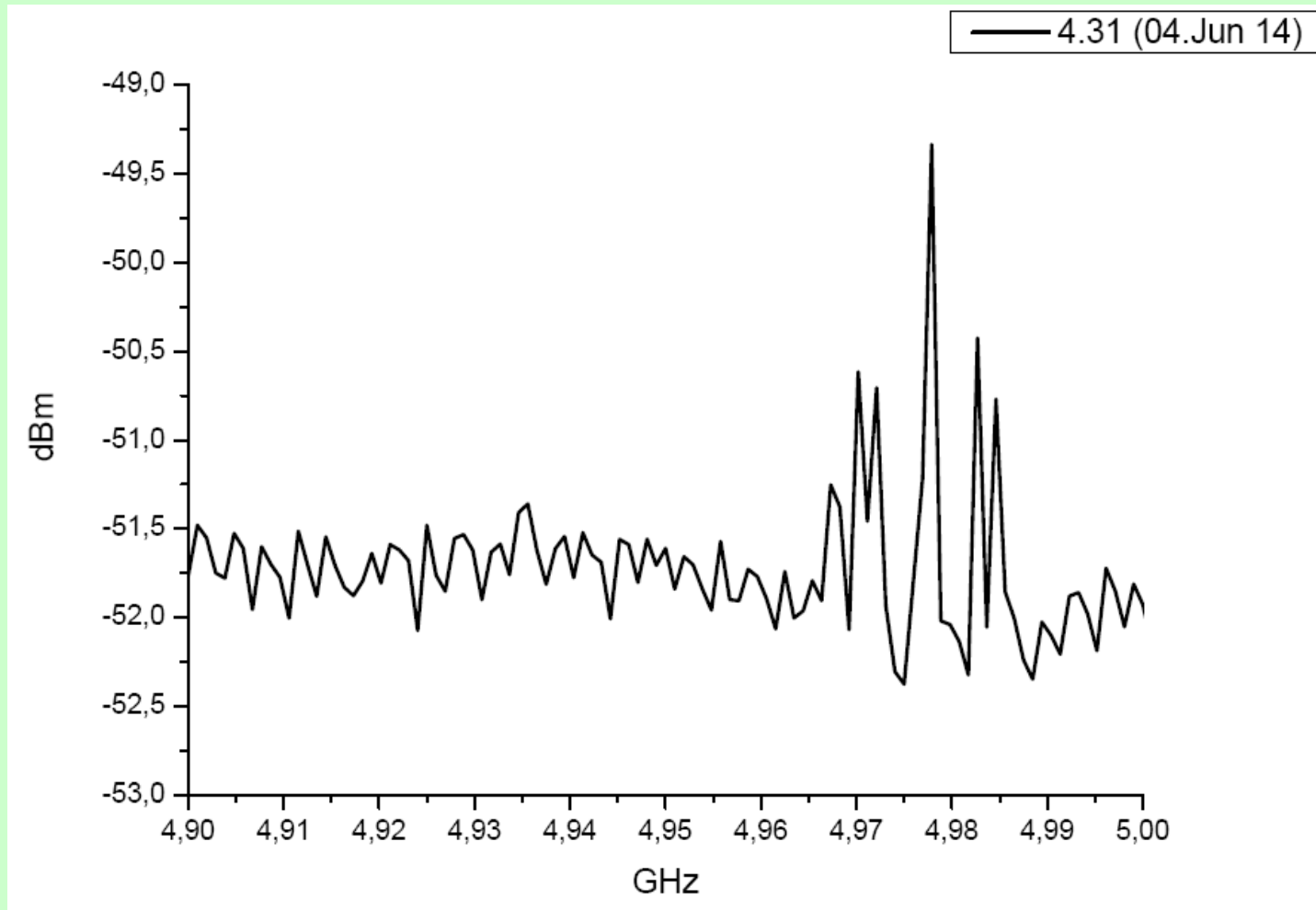
Завершена модернизация Систем Сбора Данных и Управления (ССДиУ) для наблюдений в континууме на всех приемных комплексах радиометров континуума:  
*3 облучателя, 30 радиометров.*

Основные характеристики новых ССДиУ:

- 1) Измерение полной мощности принимаемого излучения.
- 2) Спектральная Плотность Мощности Шума (СПМШ) измерительной системы равна 7 микро-Вольт/sqrt (Hz) и постоянна всюду вплоть до 0.001 Hz.
- 4) Масштабируемость - простое добавление требуемого числа измерительных каналов.
- 5) Сетевой интерфейс - цифрованные и обработанные сигналы радиометров доступны в локальной вычислительной сети.
- 6) ССДиУ может быть встроена непосредственно в радиометр.
- 7) Синхронизация времени на каждом приемном комплексе (GPS).

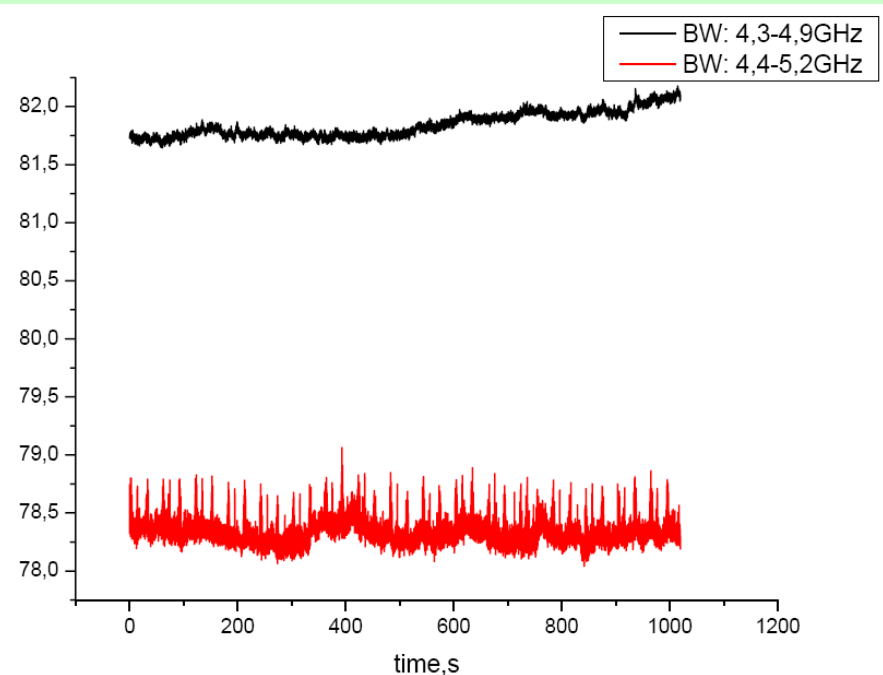
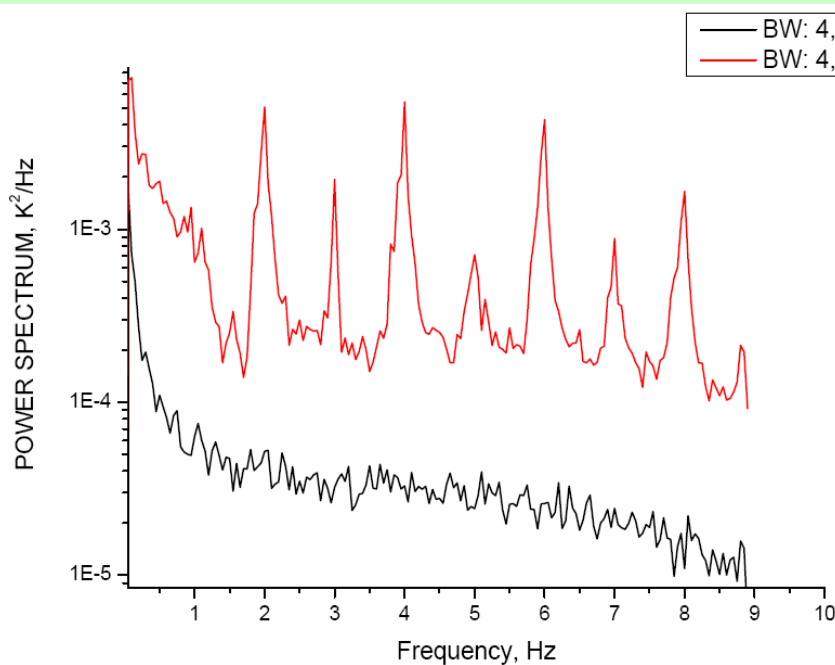


# Помехи на волне 6,2 см на РАТАН-600



Результаты измерения помех при помощи спектроанализатора FSU-46 через радиометрический тракт радиометра 6,2 см (до детектора). Помеха импульсная, быстропеременная, в каждый момент времени видно 3 пика, по частоте плавает от 4.96 ГГц до 5.05 ГГц. Ширина стабильно около 22 МГц.

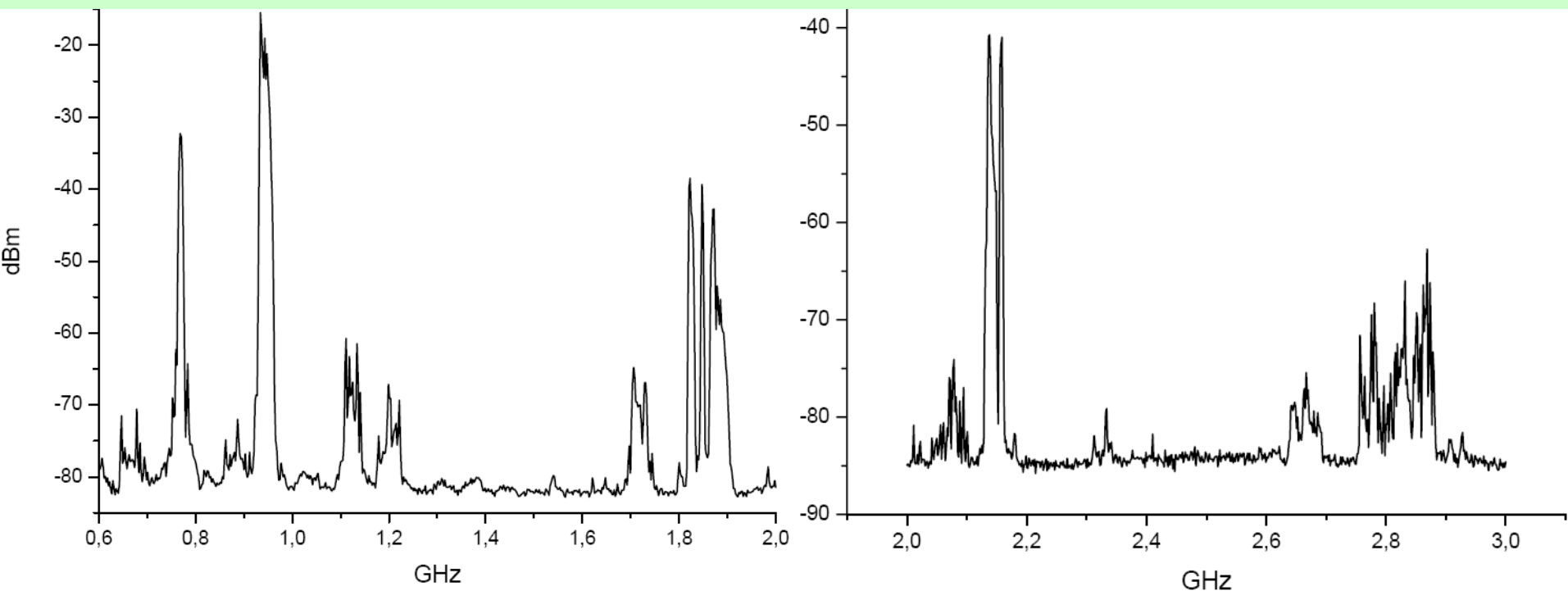
# Результаты борьбы с помехами на волне 6,2 см (изменение полосы приема)



Спектр мощности радиометра  
6,2 см до и после  
перестроения полосы

Одновременная запись  
радиометра 6,2 см:  
с целью ухода от помех  
полоса одного из каналов  
перестроена

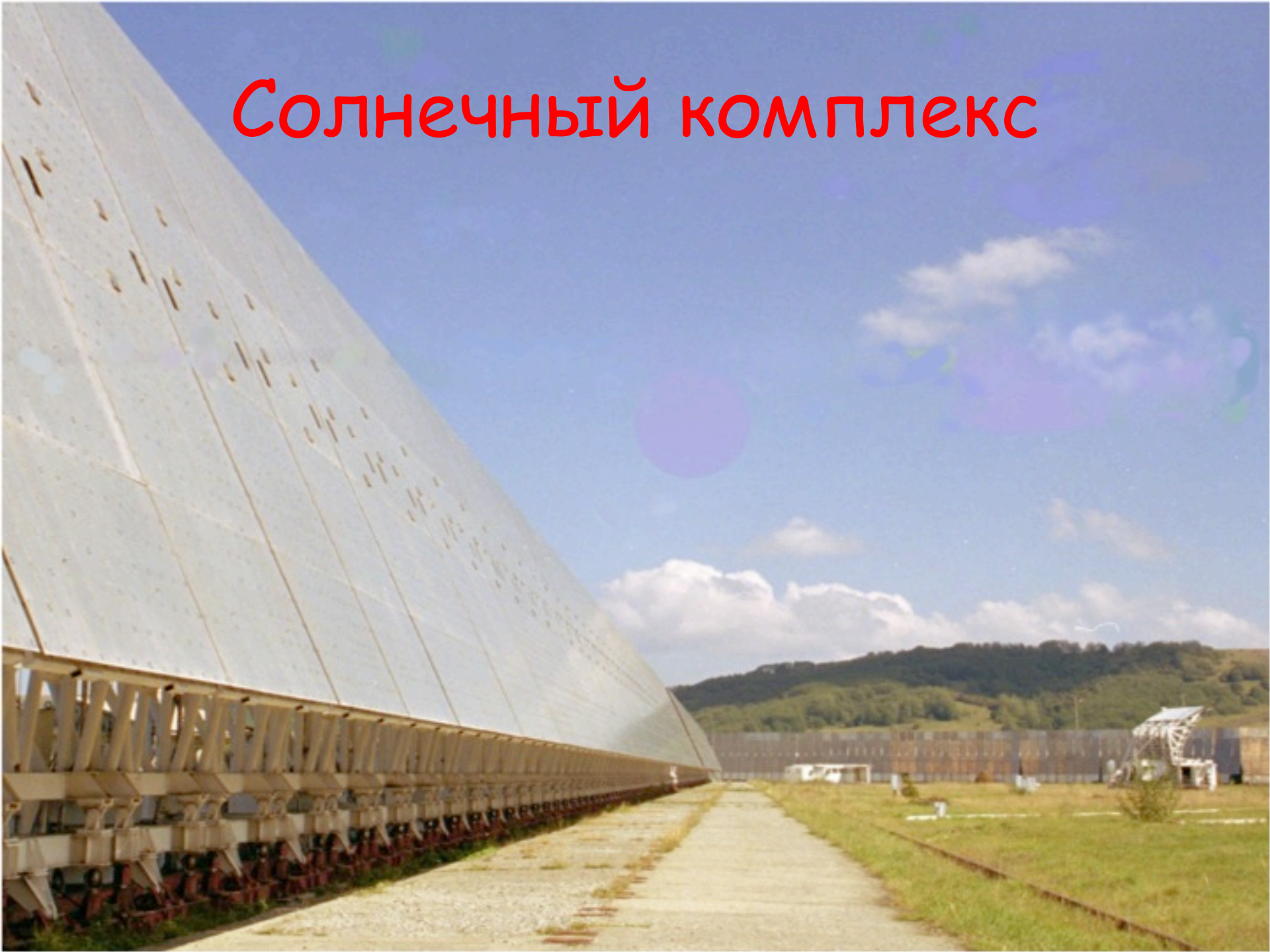
# Помехи в дециметровом диапазоне



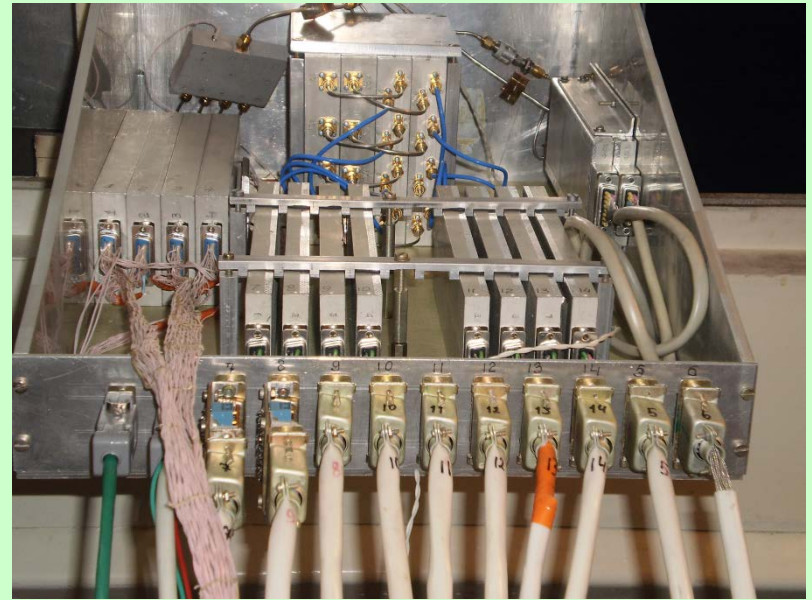
Мониторинг помеховой обстановки (04.09.2014) в диапазоне  
0.6 ÷ 3.0 ГГц

*Использовался FSU-46 подключённого к выходу  
сверхширокополосной антенны Eleven*

# Солнечный комплекс





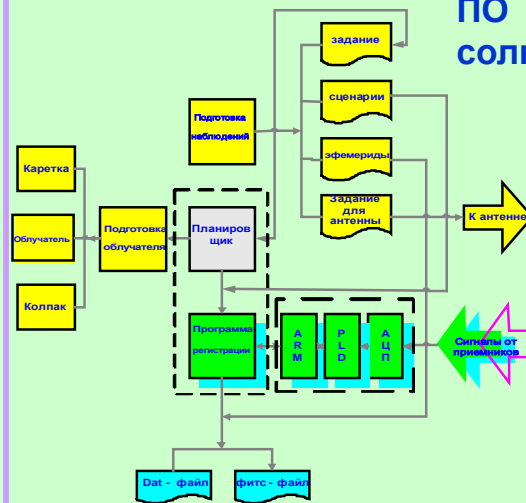


# Солнечный комплекс

## Основные параметры СПКВР

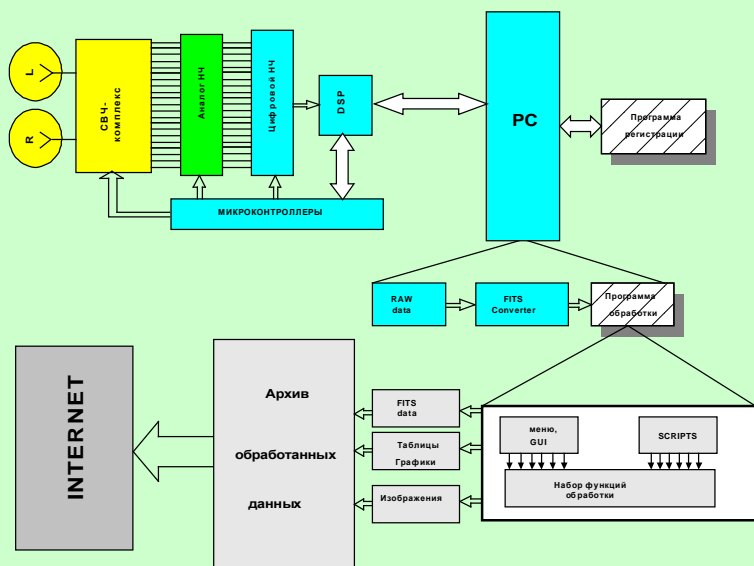
- Частотный диапазон: 0.75 ГГц – 18 ГГц
- 1. Число каналов: 112
- 2. Спектральное разрешение: 1% и 100 МГц
- 3. Скорость регистрации: 0.0025 сек/ 112 кан.
- 4. Шумовая температура: 300K
- 5. Динамический диапазон: > 100000
- 6. Межканальная развязка: > 20 db
- 8. Скорость переключения RH и LH поляризаций: 400 Гц.
- 9. Эллиптичность: (1-5)%
- 10. Ширина диаграммы рупоров во всем диапазоне: +- 60град.
- 11. Развязка между RH и LH поляризаций : > 20 db
- 12. Смещение фазовых центров для RH и LH: 17.5 мм

## ПО солнечного комплекса

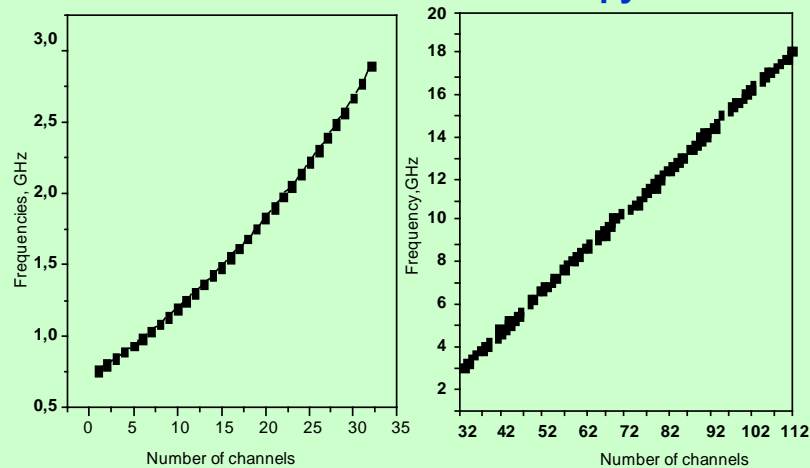


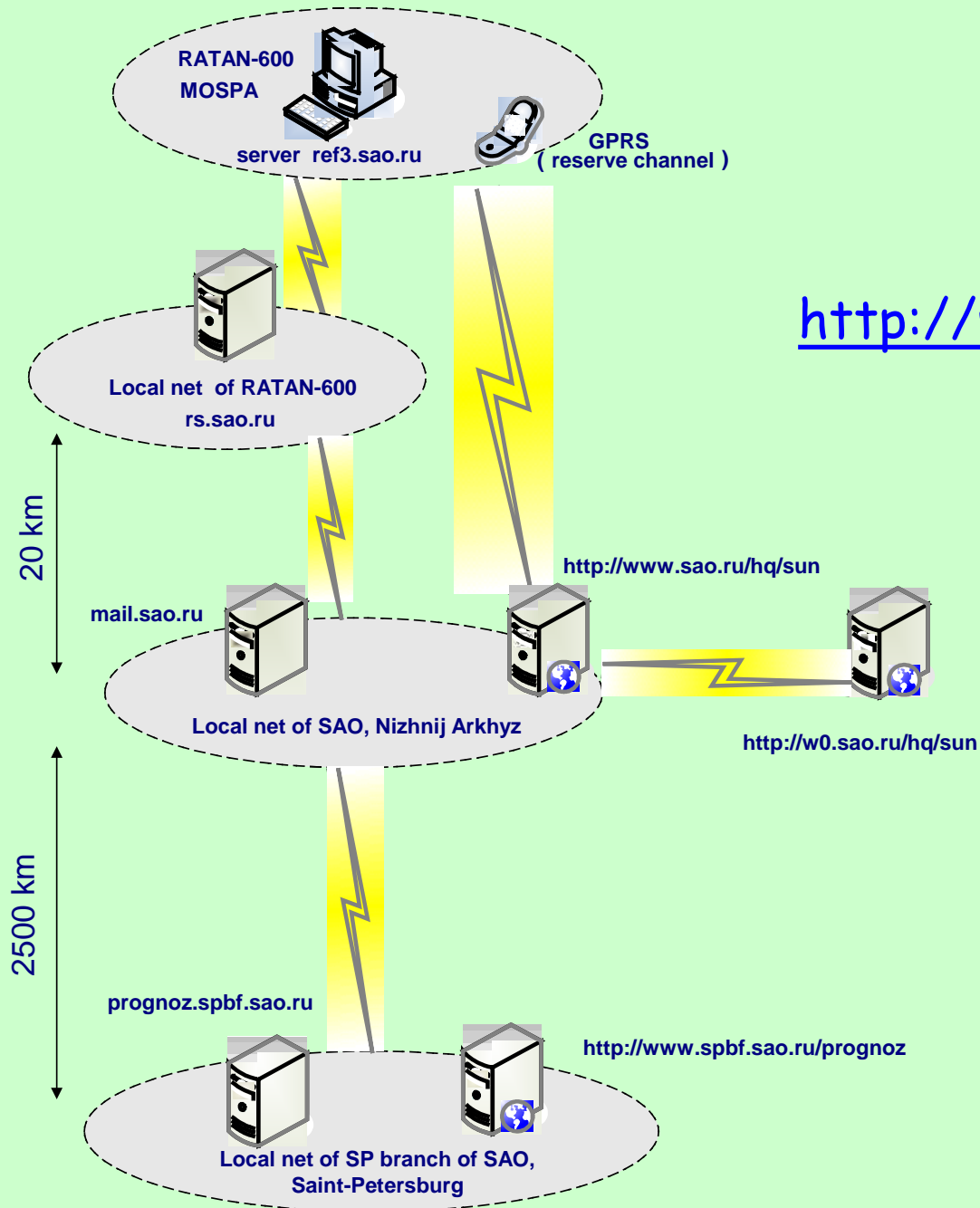
Система регистрации вырабатывает данные, которые преобразуются в FITS - формат, и в течение нескольких минут после завершения наблюдения данные автоматически по сети Интернет (оптоволокно, GPRS) переносятся на специализированный сервер [prognoz.spbf.sao.ru](http://prognoz.spbf.sao.ru) в Санкт-Петербурге.

## Блок-схема приемного комплекса



## Расположение 112 частот по спектру 0.75-18 ГГц



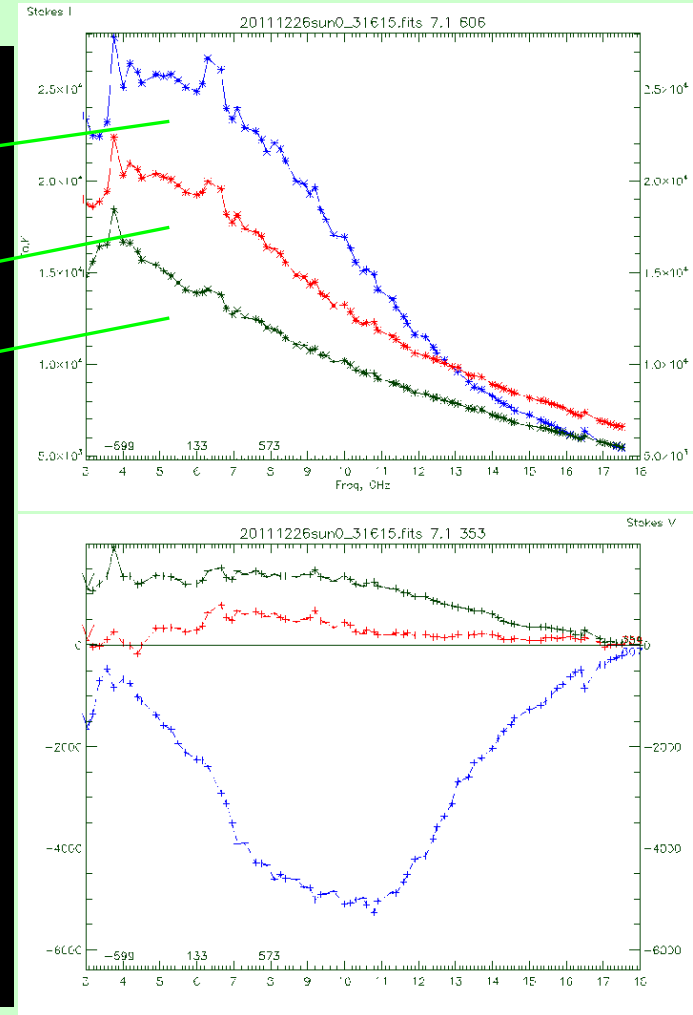
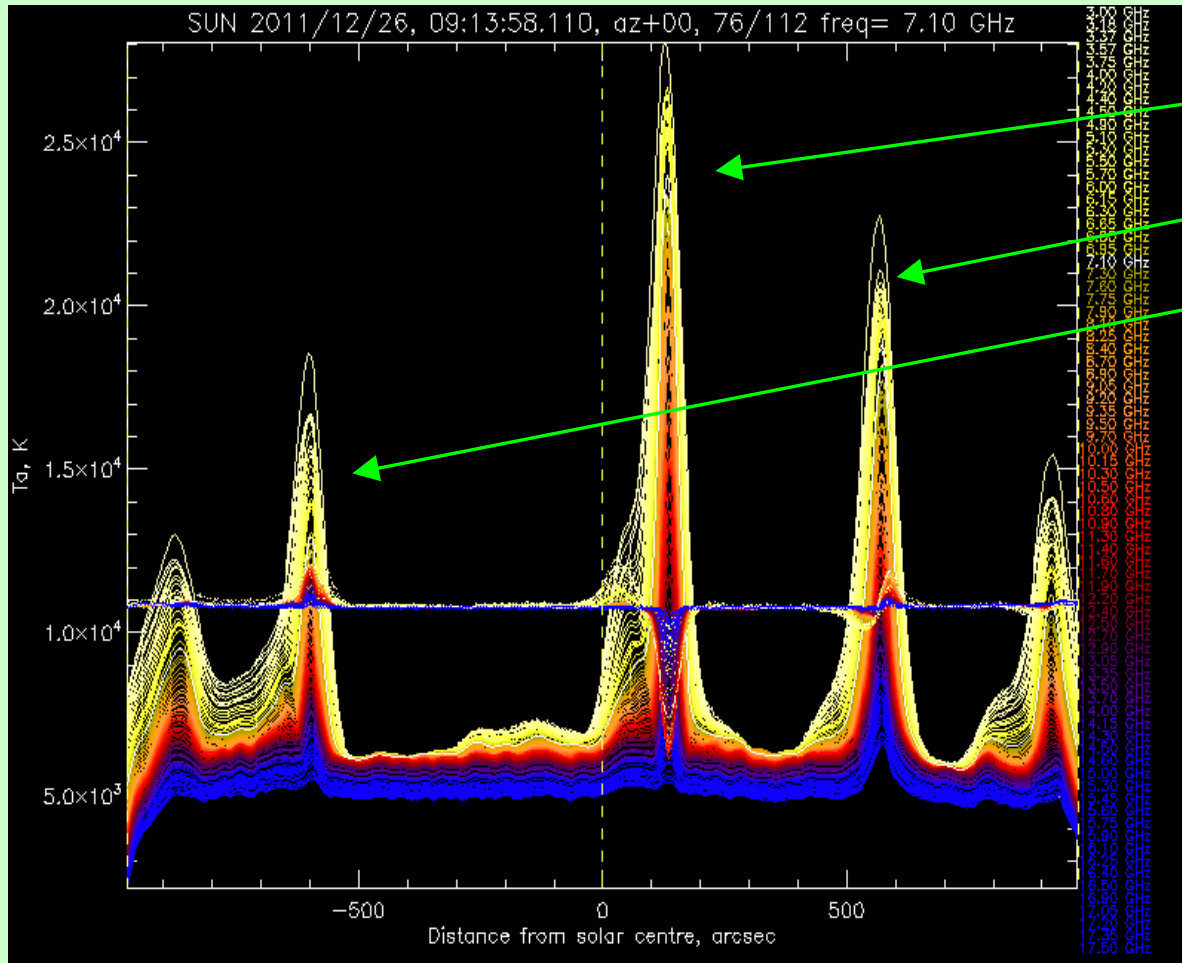


Передача данных  
РАТАН-Пулково  
на сайт

<http://www.spbf.sao.ru/prognoz/>

$\Delta t = 4 \text{ min}$

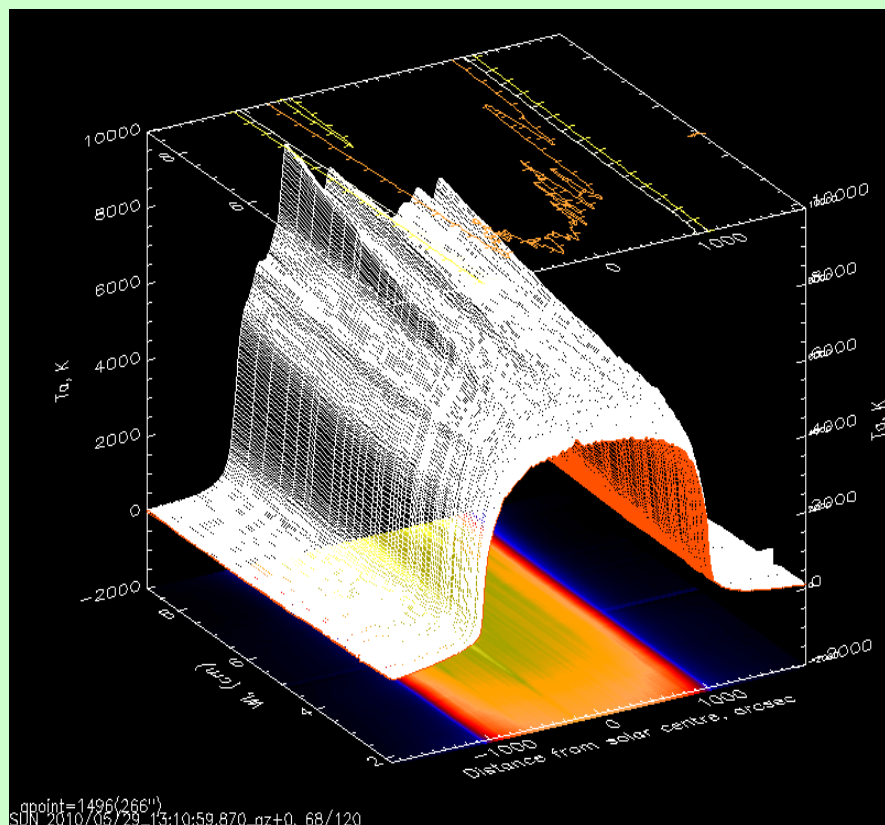
# Пример наблюдений активного Солнца в широком диапазоне волн (26 декабря 2011 г)



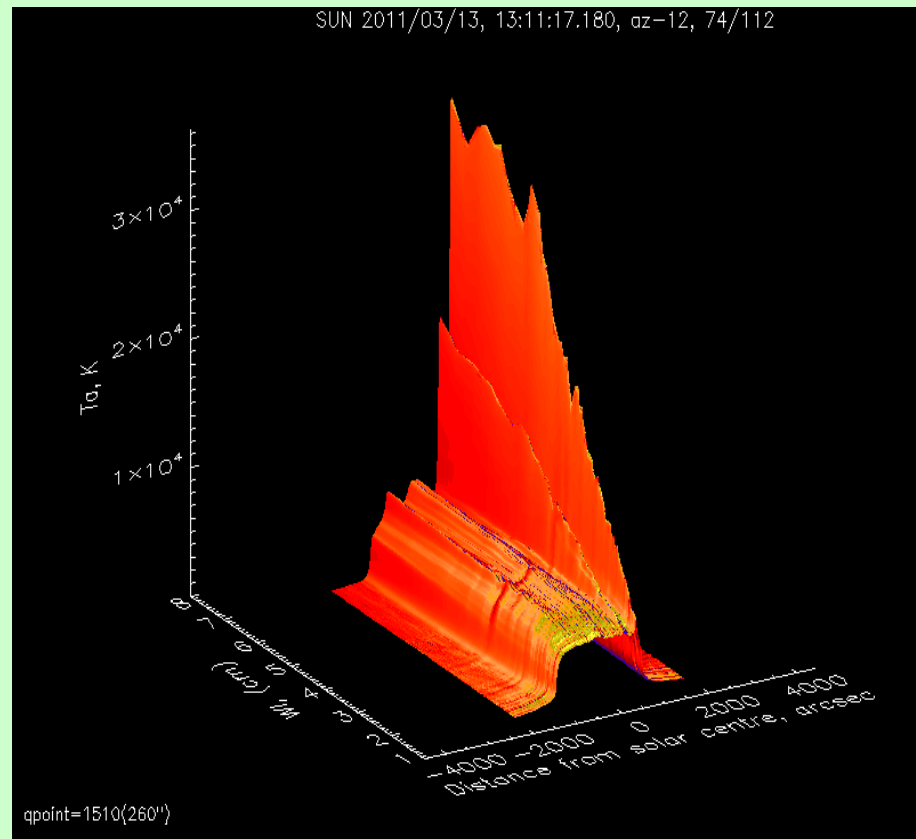


# Примеры регистрации широкодиапазонных спектров на стадии роста активности

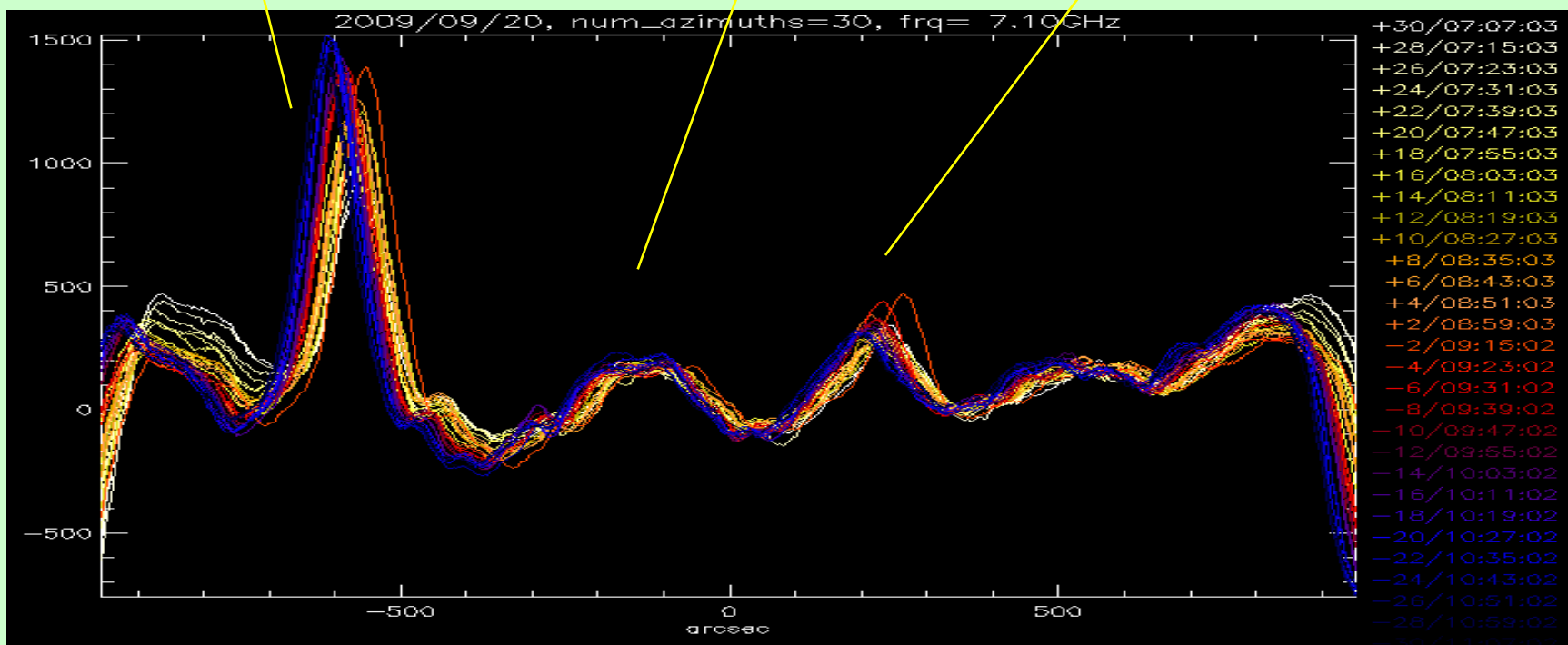
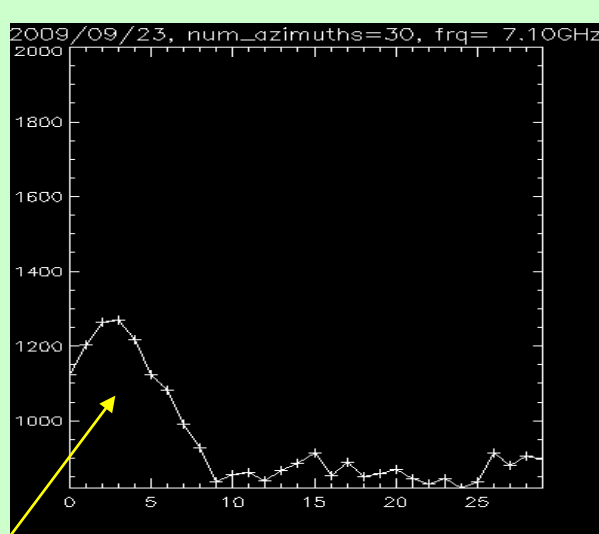
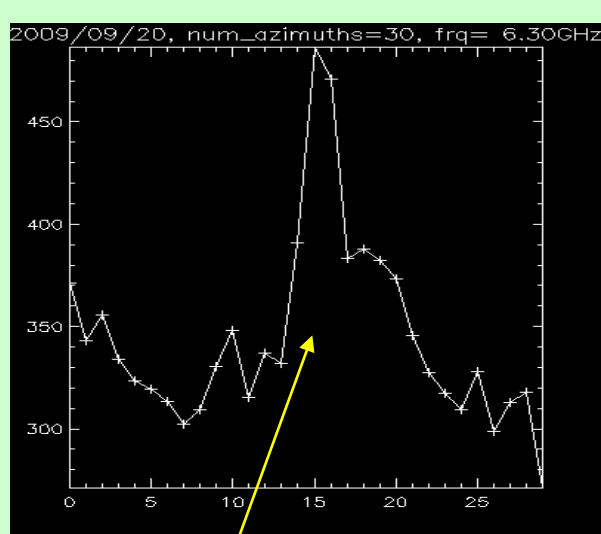
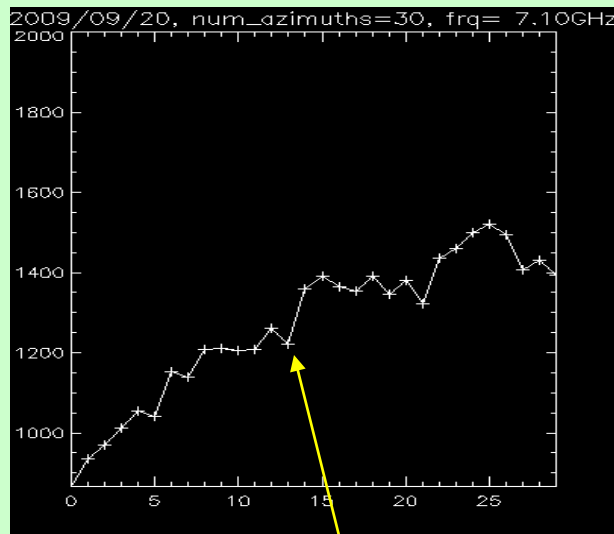
## Спокойное Солнце



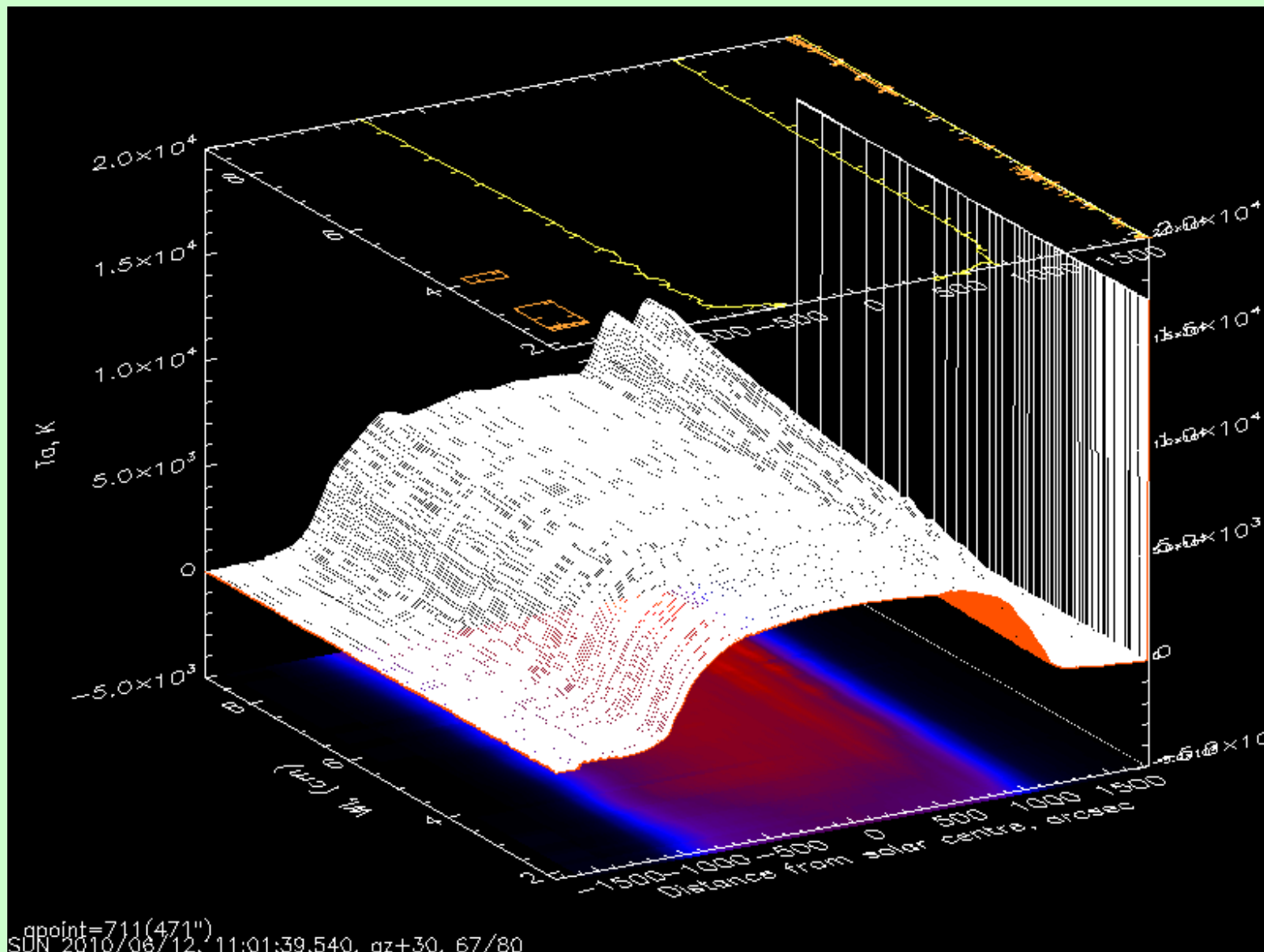
## Активное Солнце



# ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛАБЫХ ОБЪЕКТОВ НА СОЛНЦЕ (многоазимутальный режим)



# Многоазимутальный режим: спектр вспышки в диапазоне 2÷10 см с 1% частотным разрешением



# Планы

Поддержание проектных параметров, модернизация и создание новой аппаратуры:

- приемно-измерительные комплексы (радиометры, системы сбора данных и управления экспериментом);
- борьба с помехами;
- АСУ антенной и вторичными зеркалами;
- Контроль и повышение точности отражающей поверхности;
- архивизация наблюдательных данных и организация к ним доступа:  
<http://www.spbf.sao.ru/prognoz/>  
<http://www.sao.ru/blcat/>.



И вкратце о резултататах  
за 1-ое полугодие 2014 г.

# Облучатель 1 (континуум)

- Запланировано: 12398 наблюдений
- Проведено: 11372
- Потери: 1025 (8.3 %)

в том числе:

- Погода 996 (8.0 %)
- Аппаратура 25 (0.2 %)
- Прочее 5 (0.1 %)

# Облучатель 2 (МАРС-3, ЭРИДАН)

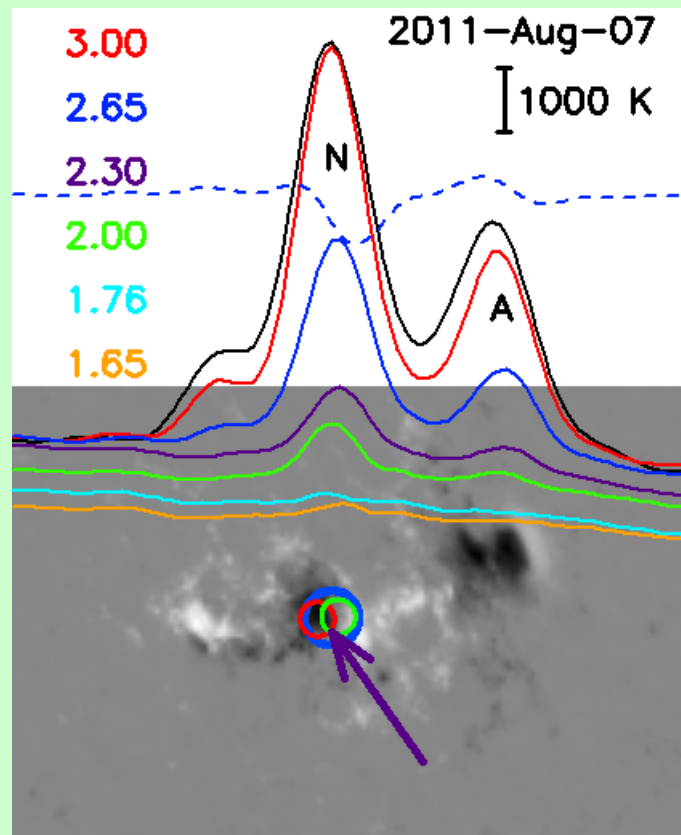
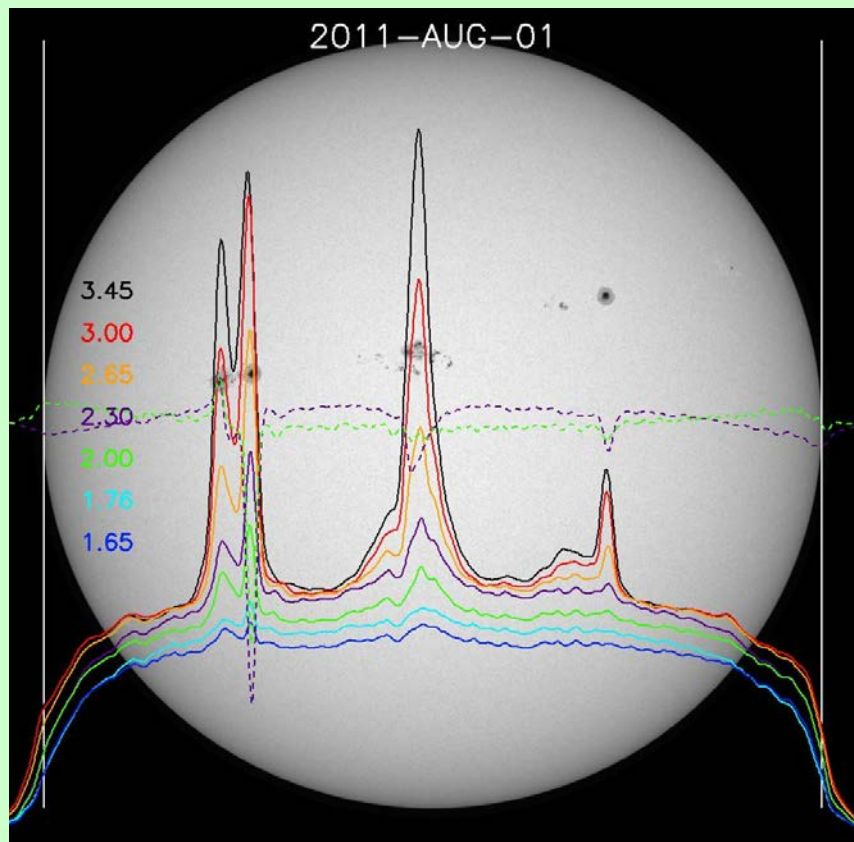
- Запланировано: 11019 наблюдений
- Проведено: 9779
- Потери: 1240 (11.3 %)
  - в том числе:
  - погода 1161 (10.5 %)
  - аппаратура 53 (0.5 %)
  - прочее 26 (0.3 %)

# Солнечный комплекс

- Запланировано: 3471 наблюдений
- Проведено: 3302
- Потери: 169 (4.8 %)
  - в том числе:
    - погода 116 (3.3 %)
    - аппаратура 33 (1.0 %)
    - прочее 20 (0.5 %)



# Межпятенные микроволновые источники как прогностический фактор больших вспышек на Солнце



Исследован ряд активных областей Солнца, в которых произошли большие вспышки. Во всех случаях за 1-2 дня до вспышки было зарегистрировано быстрое развитие нового микроволнового источника над областью максимального градиента магнитного поля

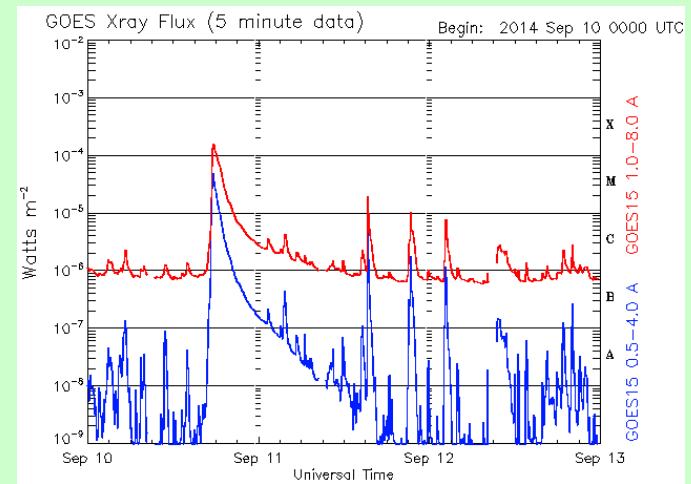
V.E.Abramov-Maximov , V.N.Borovik , L.V.Opeikina , A.G.Tlatov Solar Phys,2014

**Tanaka-Enome proton flares prediction criterion (Flux 3 cm >10 sfu, Flux 3cm/Flux 10 cm >1):**

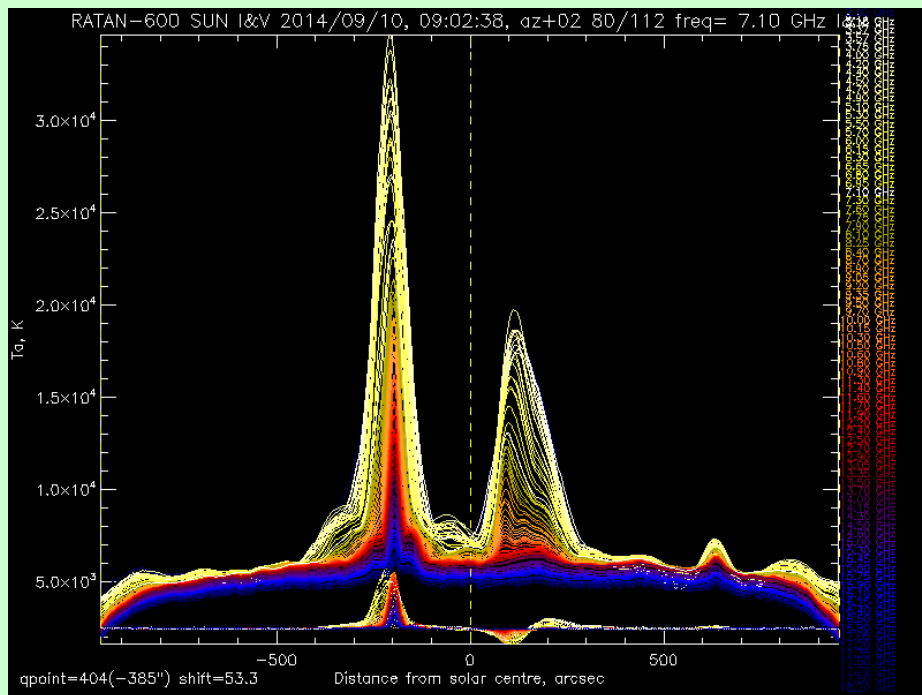
today NOAA ARs: 2155 2157 2158 2159 2161 2162 2163

Time	az	NOAA AR	x pos	y pos	flux 3 cm	flux 3 cm corr	flux 10 cm	flux 10 cm corr	Pol	location	area	proton flare prognosis	spi
07:10:12	+30	2158	-218	1.2	12.10	12.21	11.00	11.00	S	N15E14	420	positive	0.58
07:18:14	+28	2158_2163	-219	1.2	13.10	13.22	12.50	12.50	S	N15E14	420	positive	2.31
07:26:16	+26	2158	-210	1.2	12.70	12.82	12.20	12.20	S	N15E14	420	positive	1.81
07:26:16	+26	2157	60	-5.2	4.10	4.78	9.00	9.00	S	S14E03	480	negative	1.53
07:34:19	+24	2158_2163	-208	1.2	12.70	12.82	12.60	12.60	S	N15E14	420	positive	1.02
07:34:19	+24	2157	66	-5.2	4.70	5.48	9.60	9.60	S	S14E03	480	negative	0.74
07:42:21	+22	2158	-206	1.2	12.40	12.50	12.00	12.00	S	N15E14	420	positive	0.72
07:42:21	+22	2157	69	-5.1	4.60	5.36	9.40	9.40	S	S14E03	480	negative	1.04
07:50:23	+20	2157_2156	74	-5.1	5.20	6.05	10.10	10.10	S	S14E03	480	negative	0.11
07:50:23	+20	2158_2163	-200	1.2	12.90	13.00	13.80	13.80	S	N15E14	420	negative	1.25
07:58:24	+18	2157_2156	72	-5.1	5.10	5.93	10.60	10.60	S	S14E03	480	negative	0.70
07:58:24	+18	2158	-206	1.2	12.80	12.90	12.80	12.80	S	N15E14	420	positive	1.25
08:06:26	+16	2158_2163	-200	1.2	13.20	13.31	13.30	13.30	S	N15E14	420	positive	1.53
08:06:26	+16	2157_2156	79	-5.1	6.00	6.97	11.10	11.10	S	S14E03	480	negative	0.37
08:14:28	+14	2158	-196	1.2	12.30	12.40	12.30	12.30	S	N15E14	420	positive	0.00

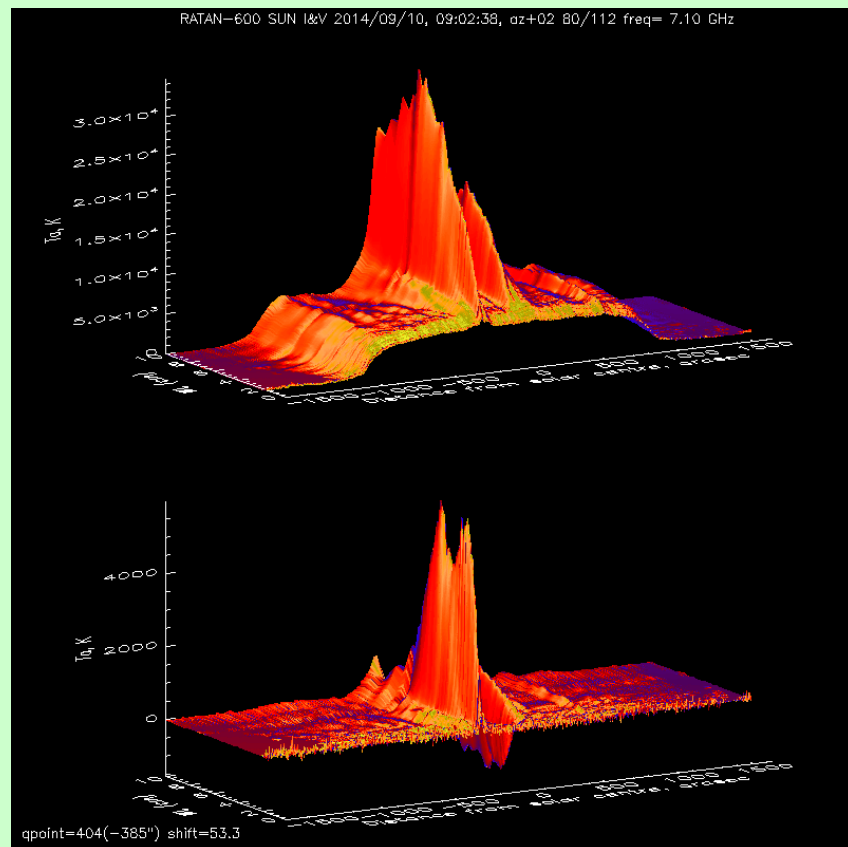
Date	Begin	Max	End	Loc	Xray class	Op	NOAA AR
2014.09.10	0512	0524	0532	S16E05	C2.4	Sf	2157
2014.09.10	1721	1745	1820	N14E02	X1.6	2b	2158
2014.09.11	1520	1526	1531		M2.1		0
2014.09.11	2101	2126	2130		M1.4		0
2014.09.12	0207	0224	0232	S16W20	C9.5	1f	2157



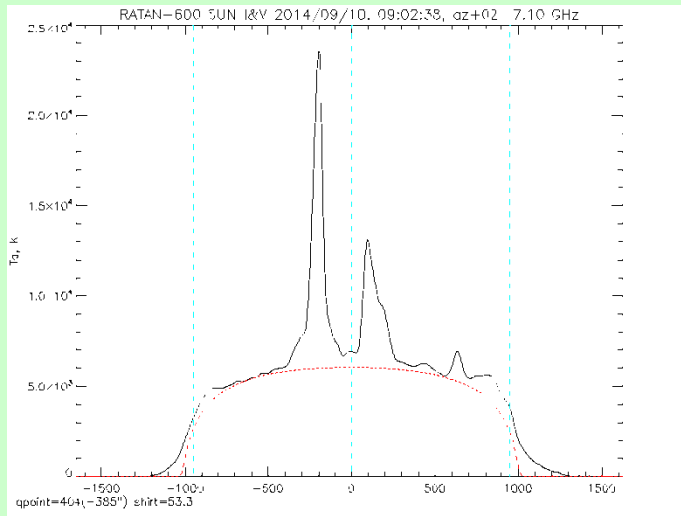
# Пример положительного прогноза 2014-09-10



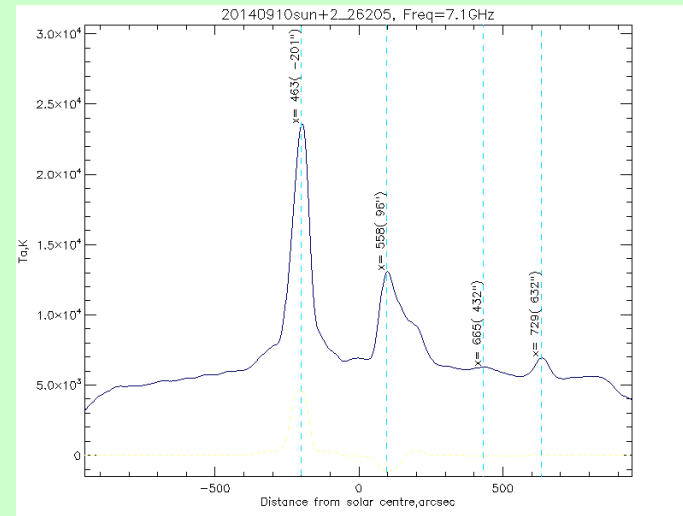
Многоволновый скан по I и V.



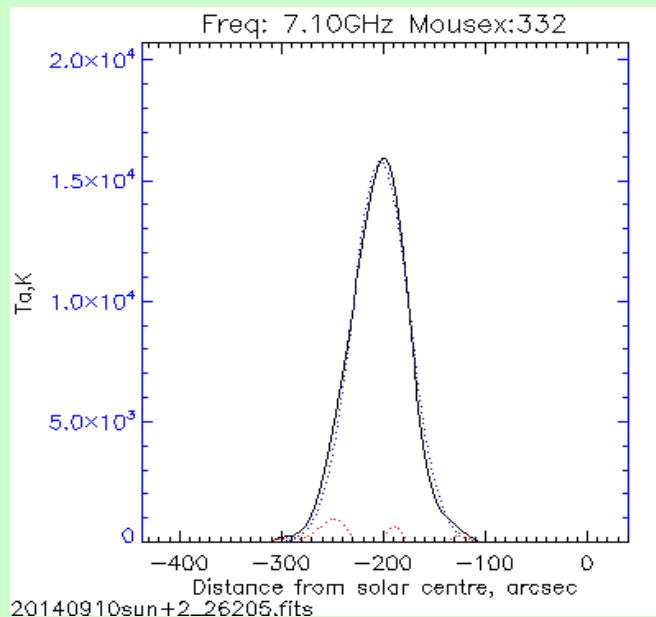
# Автоматический анализ спектра и выдача данных прогноза.



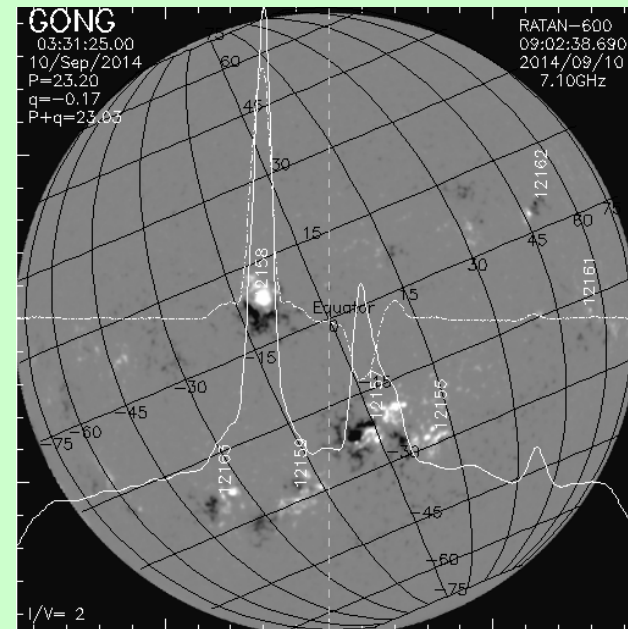
Проведение уровня T спок.



Поиск АО на диске Солнца.



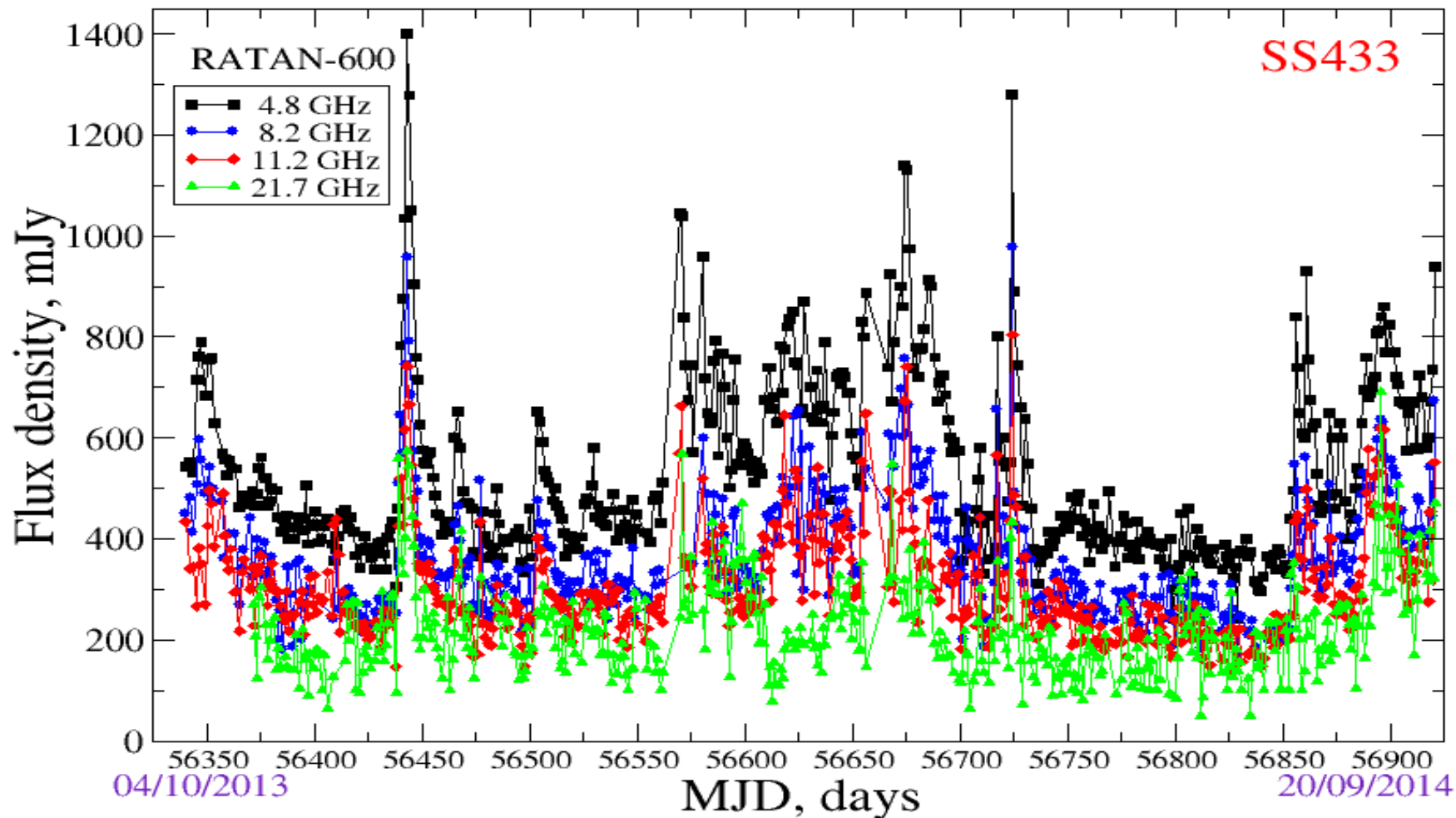
Измерение параметров каждого л.и.



Отождествление по всемирной классификации AR.

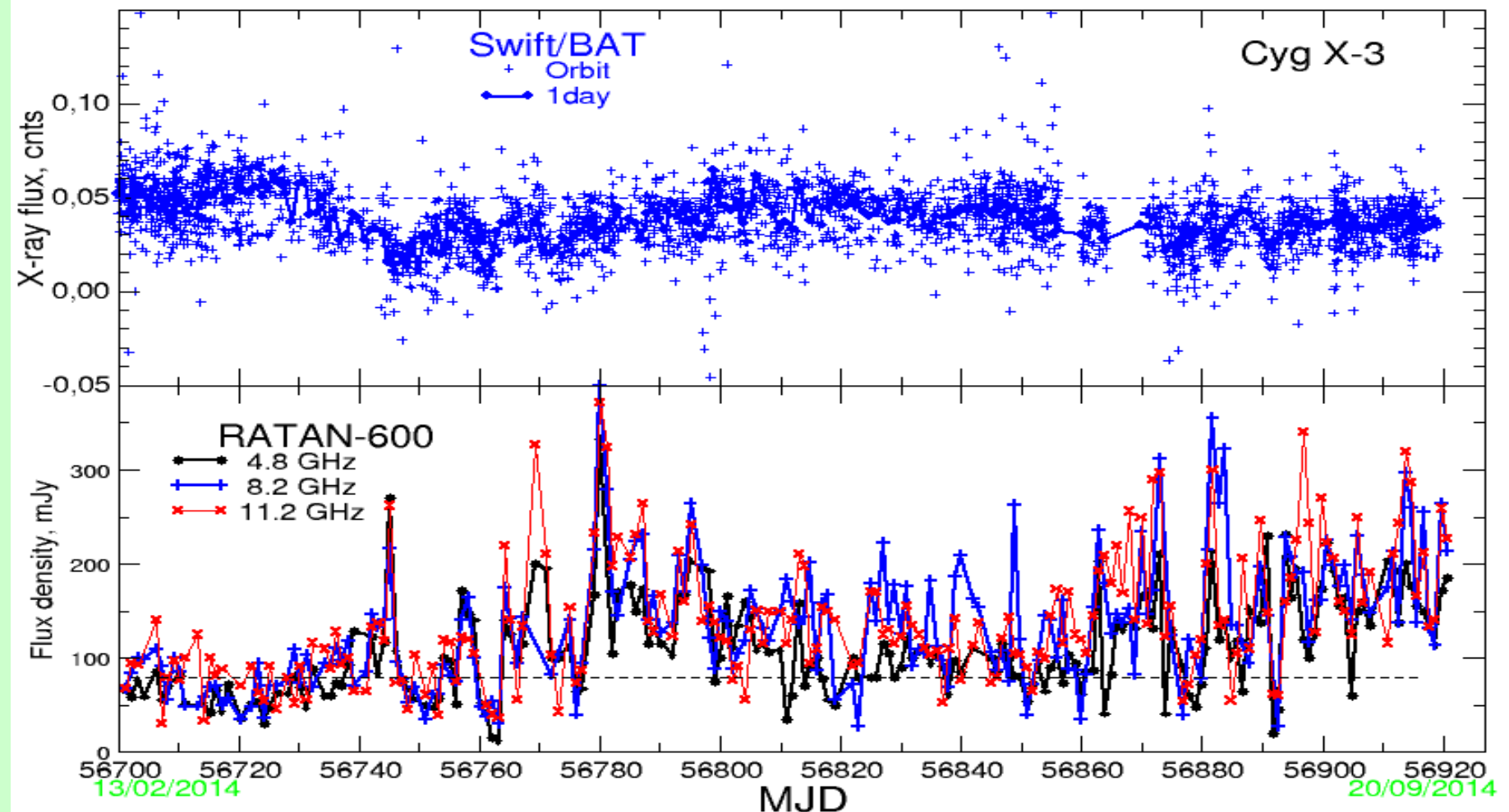


# Исследование микроквazarов



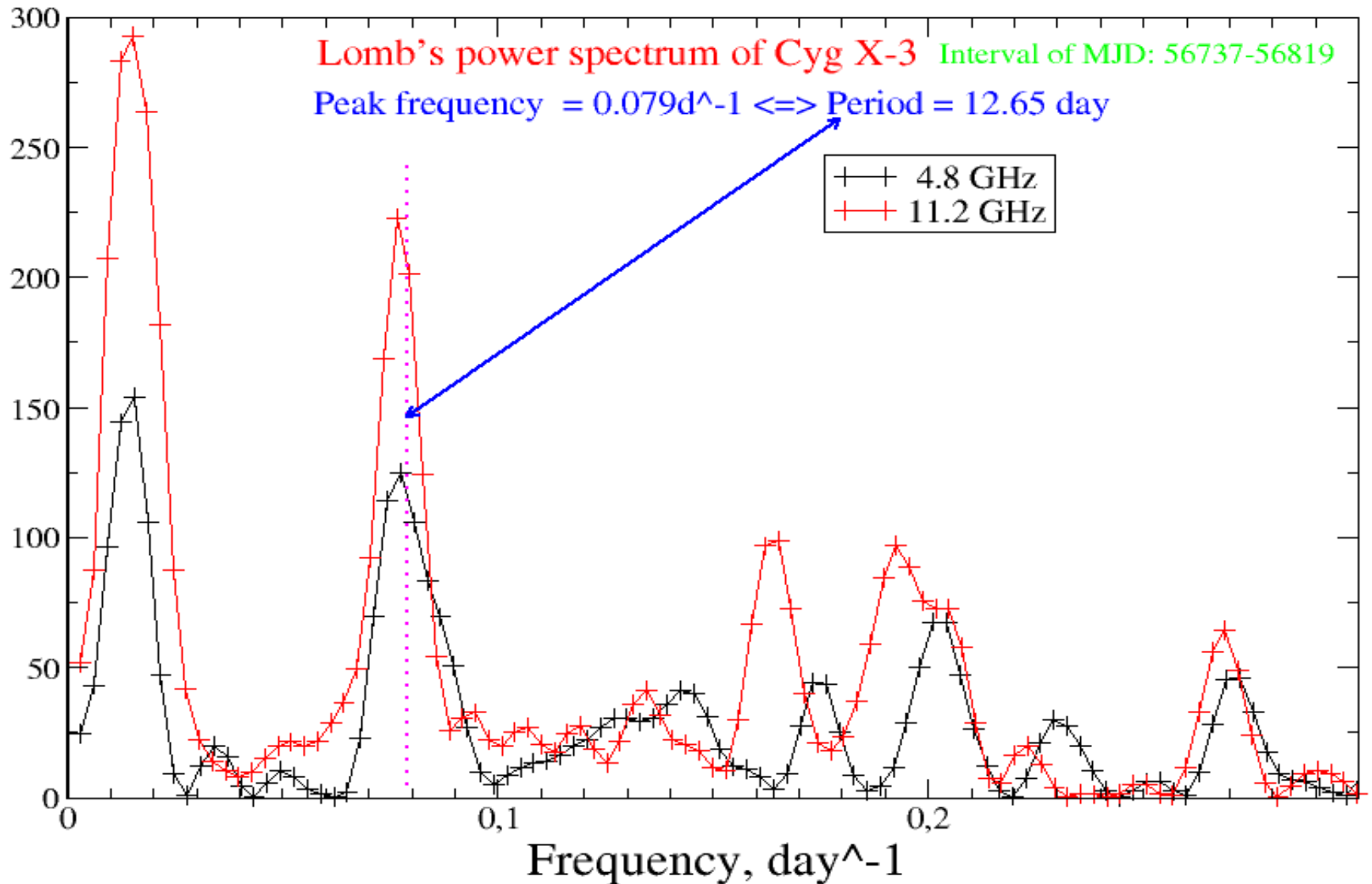
SS433 в 2013-14 годах — кривые блеска источника на четырех частотах в течение 580 дней. Характерные периоды активности резко контрастируют со спокойным состоянием.

# Микроквазар Cyg X-3

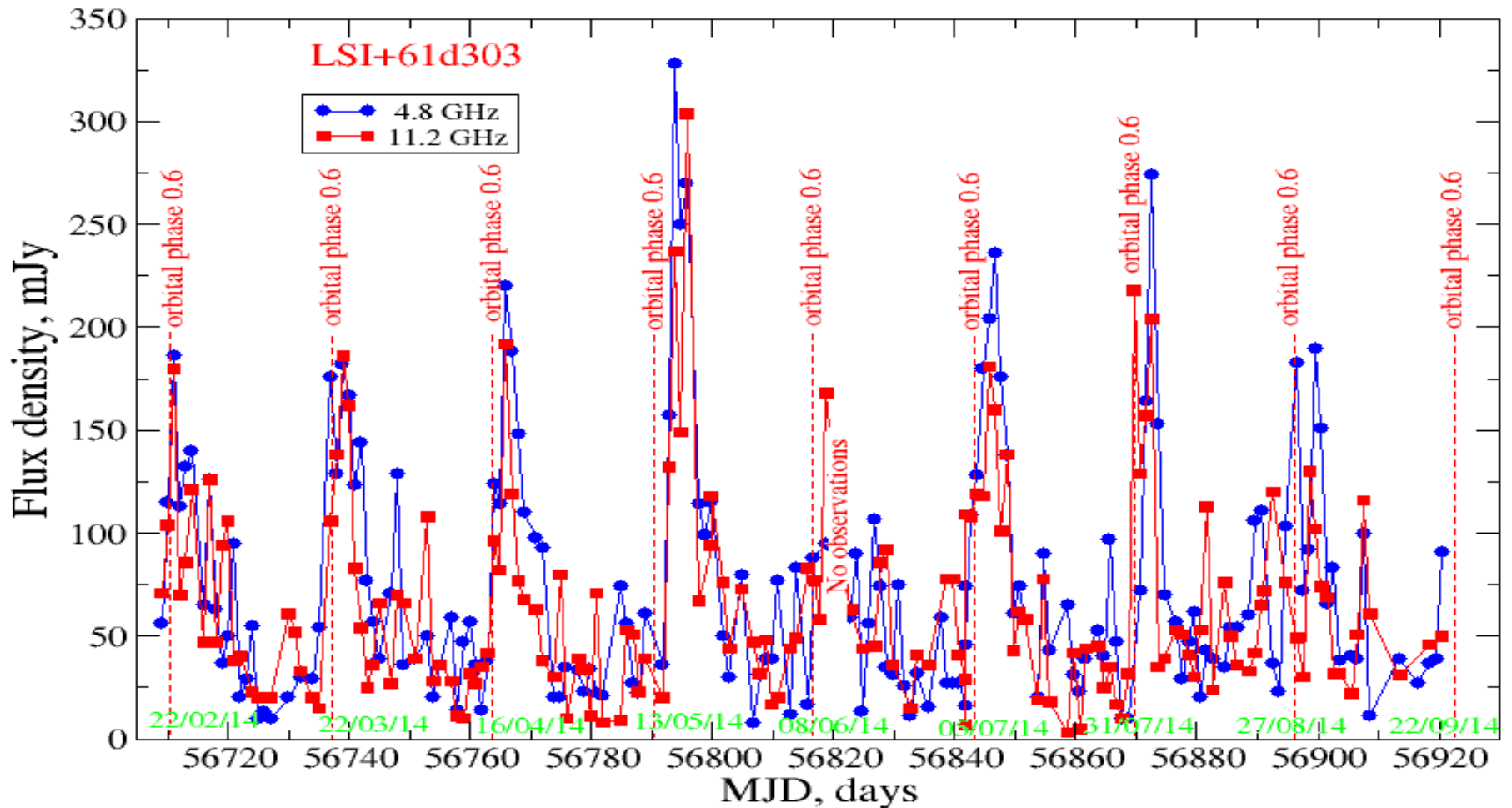


Кривые блеска Cyg X-3 в течение 2014 года, его радиопотоки (внизу) были в интервале 30-350 мЯн, переменность четко коррелирует с понижением жесткого рентгеновского потока (SWIFT/BAT) (сверху).

# Первое обнаружение новой периодичности в Cyg X-3: 12.65 дня

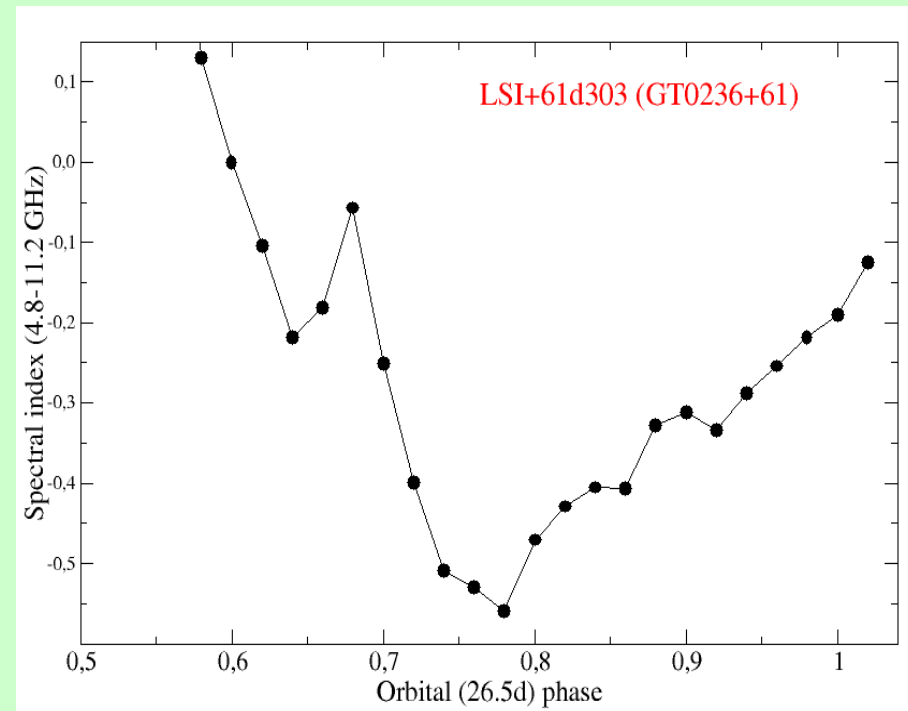
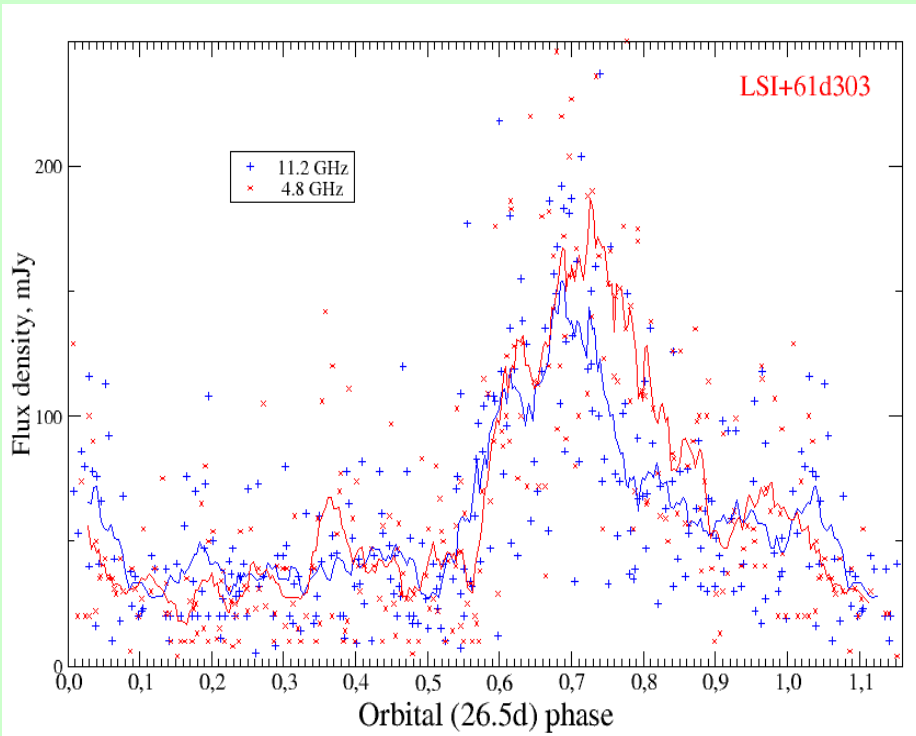


# Микроквазары



Кривая блеска LSI+61d303 в течение восьми орбитальных периодов в 2014 году. Максимум вспышек приходится на фазу орбитального периода 0.65 на 11 ГГц и на фазу 0.7 на частоте 4.8 ГГц, что соответствует фазе сверх-орбитального периода.

# Средние по восьми периодам кривые блеска и спектральный индекс LSI+61d303

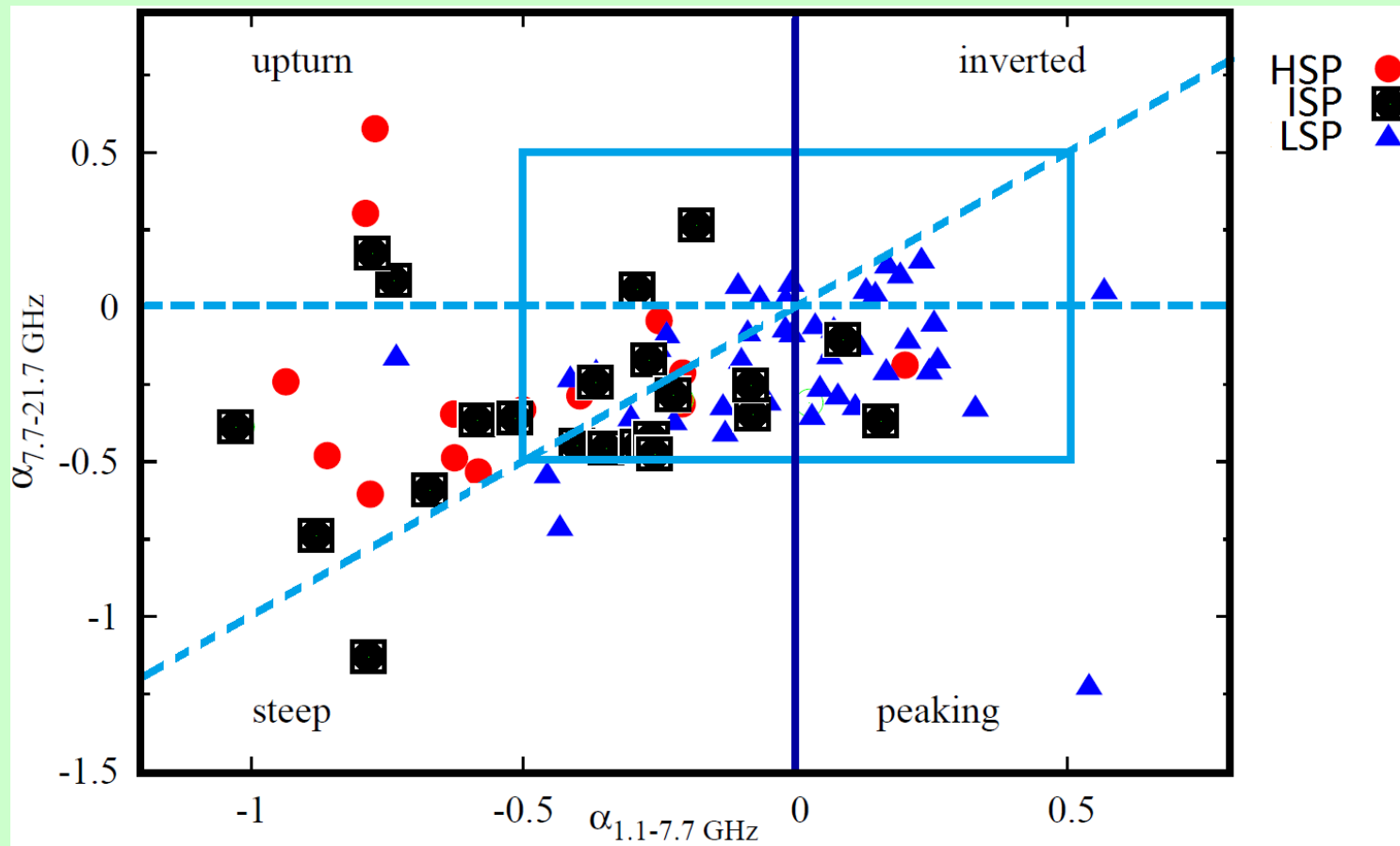




# Эволюция синхротронных радиоспектров объектов типа VL Lacertae (2006-2014 гг.)

- 1) Долговременная программа мониторинга объектов VL Lacertae (2006-2014 гг.) на шести частотах (0.9-22 ГГц).
- 2) Полученный наблюдательный материал организован с помощью интерактивного каталога на сайте САО РАН ([www.sao.ru/blcat/](http://www.sao.ru/blcat/)).
- 3) Данные радиоизмерений доступны в виде кривых блеска, радиоспектров и измерений плотностей потоков (Mingaliyev et al., A&A, 2014 accepted).

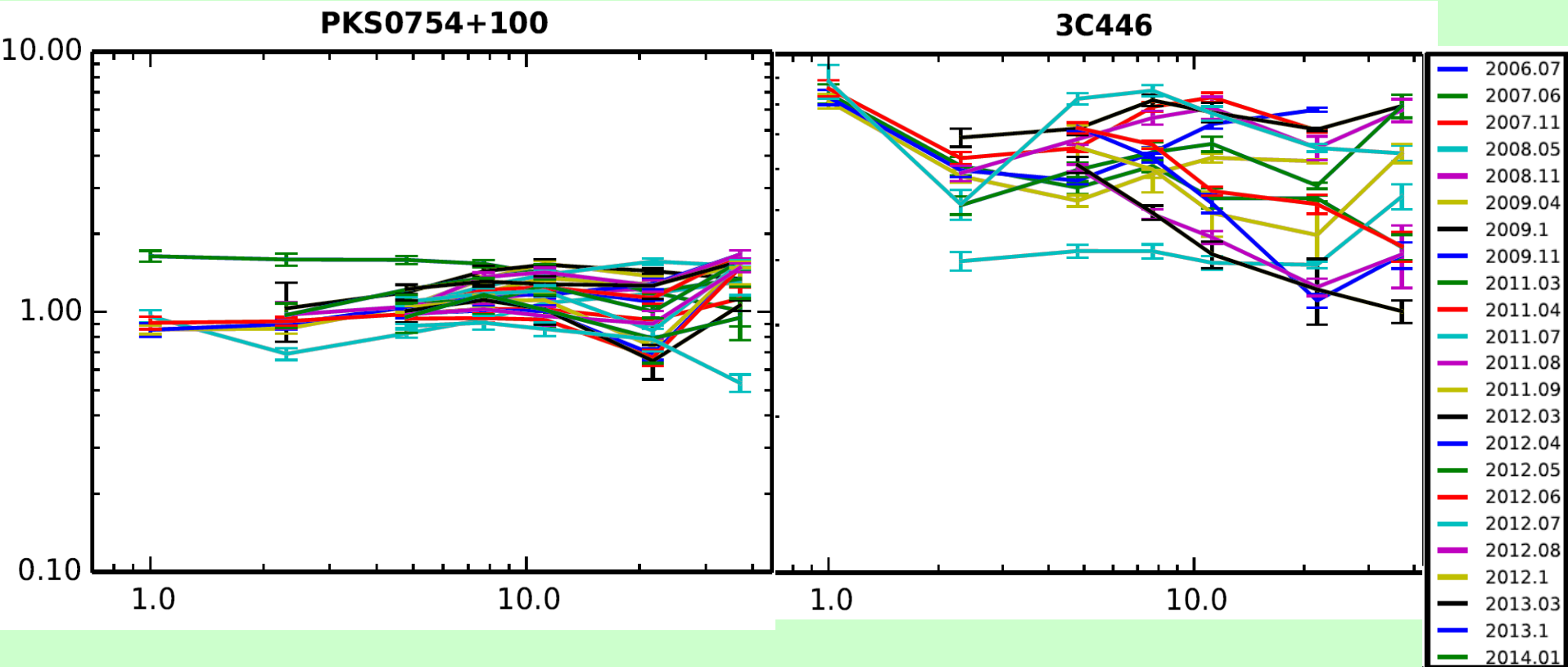
# Эволюция спектров объектов типа VL Lac



“Two-color” диаграмма для низко- (1.1-7.7 ГГц) и высокочастотных (7.7-21.7 ГГц) спектральных индексов трех подклассов блазаров HSP ISP и LSP.

# Эволюция спектров объектов типа BL Lac

Отличие между подклассами блазаров LSP и HSP вероятно заключается в наличии протяженной компоненты у HSP, дающей крутой спектр, в то время, как у LSP блазаров радиоспектр формируется знакомым сценарием наложения нескольких компактных компонент, в результате чего мы наблюдаем близкий к нулю спектральный индекс. Подобный результат был обнаружен недавно (Chhetri et al. 2012).



Спектры PKS0754+100 и 3C446, полученные на РАТАН-600 в период 2006-2014 гг.

На частоте 37 ГГц представлены одновременные измерения обсерватории Метсахови (Финляндия).

Анализ спектральных участков 21-37 ГГц представлен в работе [Mingaliev et al., A&A, 2014, in preparation.](#)

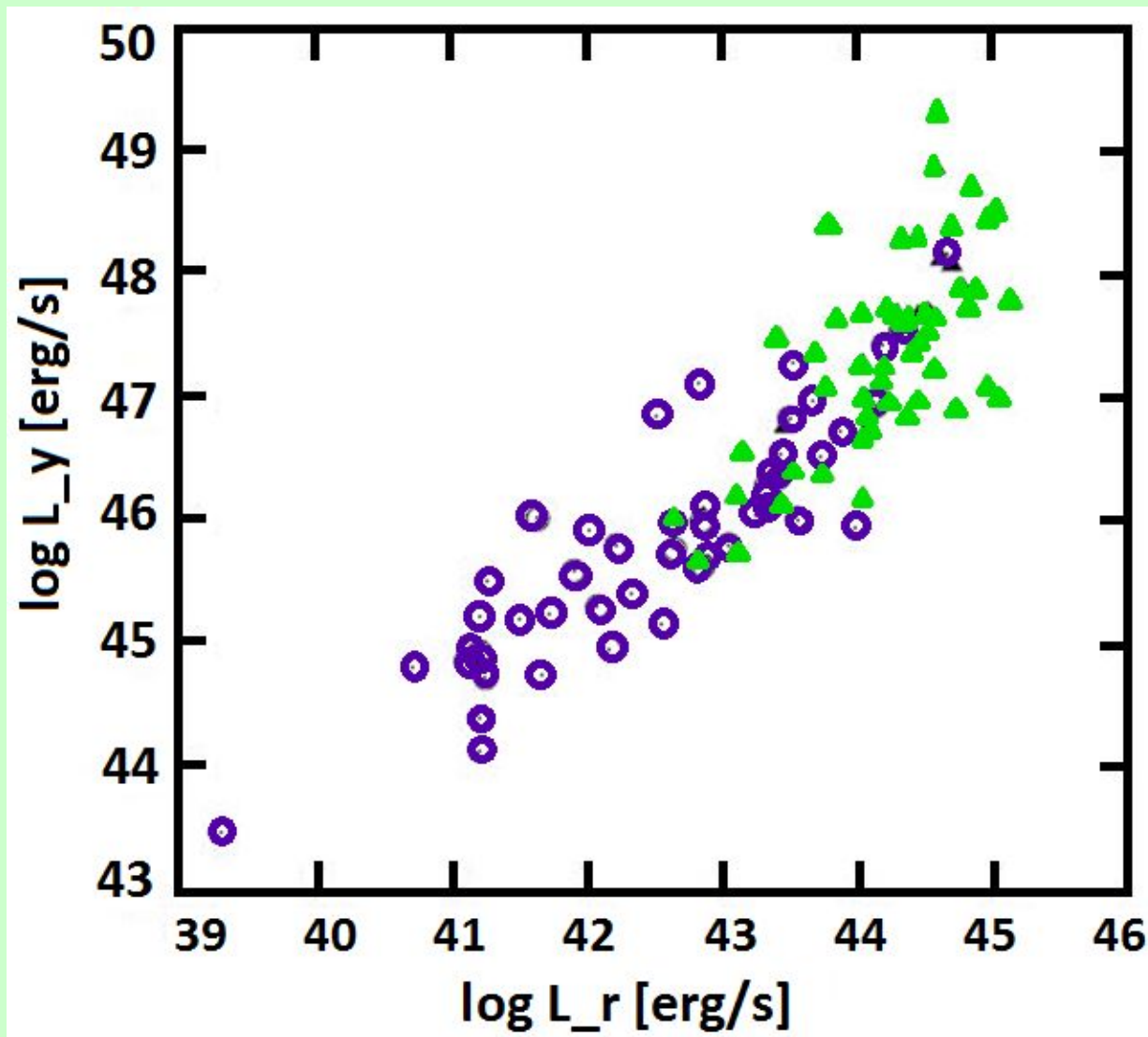
# Наблюдаемая корреляция излучения блазаров в гамма и радио диапазонах:

- Данные RATAN-600 и первого каталога Fermi (1FGL);
- 123 блазаров (56-FSRQ, 53-BL Lac).
- Изучалась корреляция между потоками в пяти радио (2.3-21.7 ГГц) и пяти гамма диапазонах (0.1-100 ГэВ).
- **Найдена** сильная коррелированность светимостей в гамма и радио диапазонах (коэфф. корр. Спирмана  $\rho=0.88$  при уровне значимости 99%). Полученные результаты подтверждают выводы предыдущих исследователей о взаимосвязи излучений в гамма и радио диапазонах блазаров.

(Mufakharov et al., MNRAS 2014, submitted).



Наблюдаемая корреляция излучения блазаров в гамма и радио диапазонах (по данным РАТАН-600 и Fermi-LAT).



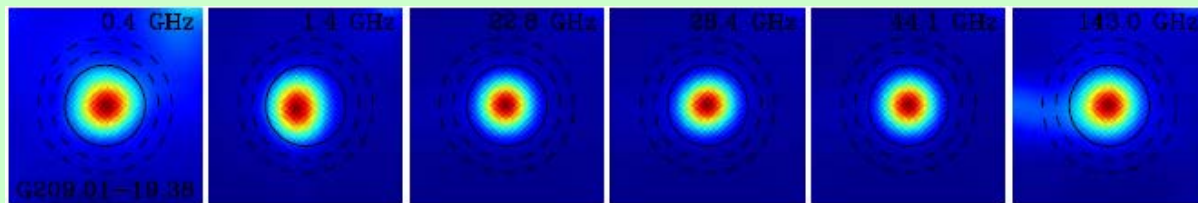
Коэффициент корреляции Спирмана  $\rho=0.88$  при уровне значимости 99%).

# Наблюдения излучения вращательной пыли в галактических объектах из каталога Planck

- Изучение параметров аномального микроволнового излучения, вызываемого вращением мелких пылевых частиц в галактических облаках (Drane and Lasarian, 1998);
- Уточнение физических параметров и модели самой вращательной пыли.

# 0535-05, недельное осреднение

Planck и др. данные



PATAN-600

21.7GHz E

21.7GHz W

11.1GHz W

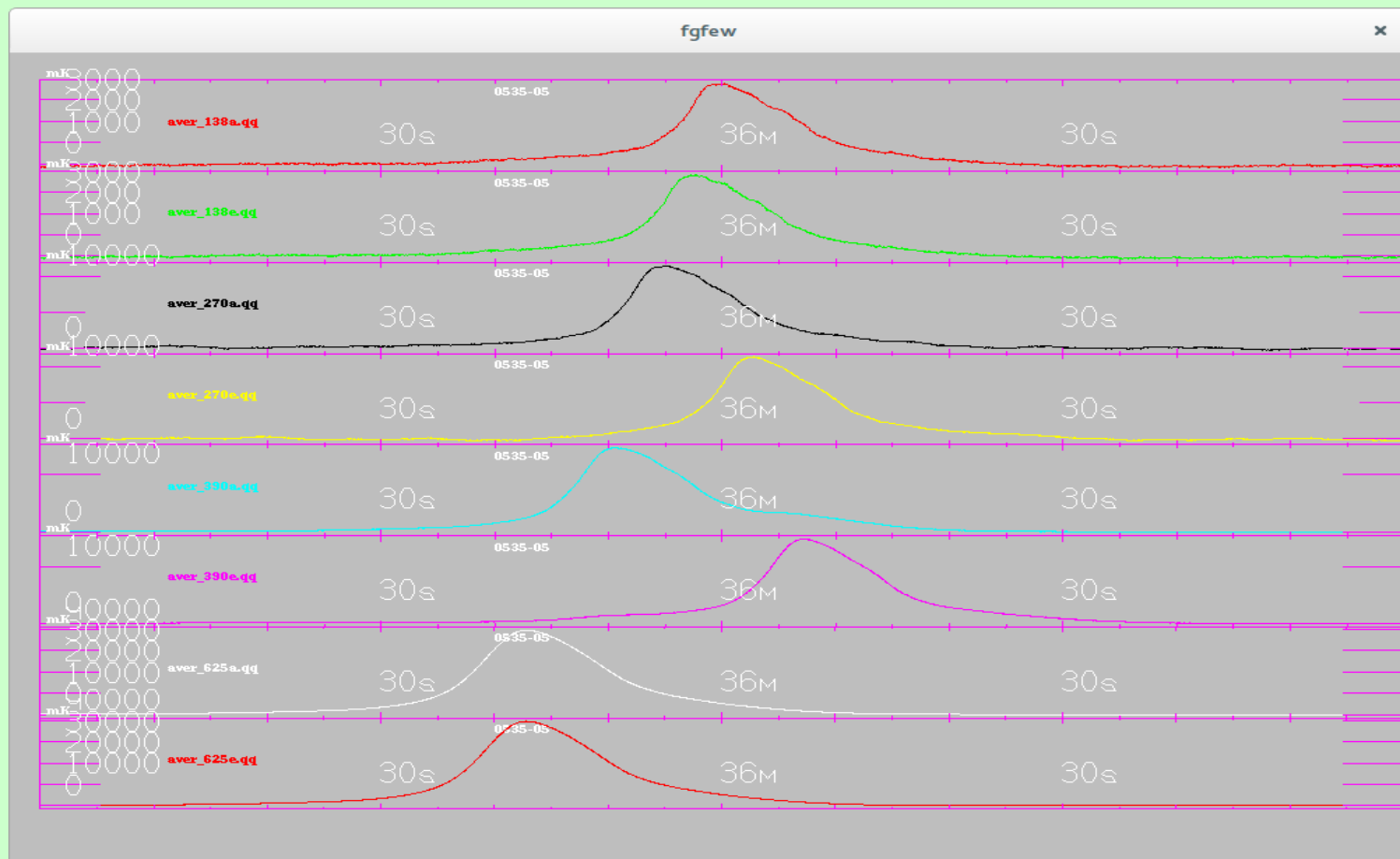
11.1GHz E

7.7GHz W

7.7GHz E

4.8GHz - I

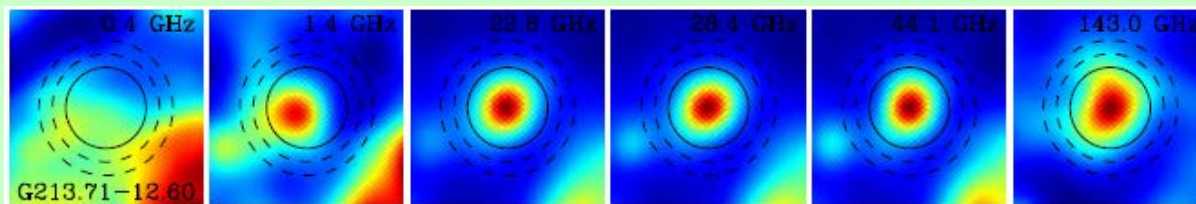
4.8GHz - II



Ось X – RA, Y – mK антенной температуры ( $T_a$ )

# 0607-06, недельное осреднение

Planck и др. данные



PATAN-600

21.7GHz E

21.7GHz W

11.1GHz W

11.1GHz E

7.7GHz W

7.7GHz E

4.8GHz - I

4.8GHz - II



Ось X – RA, Y – mK антенной температуры ( $T_a$ )

# Исследование переменности блазаров

Новая вспышка блазара 3C 454.3 началась в данных наблюдениях.

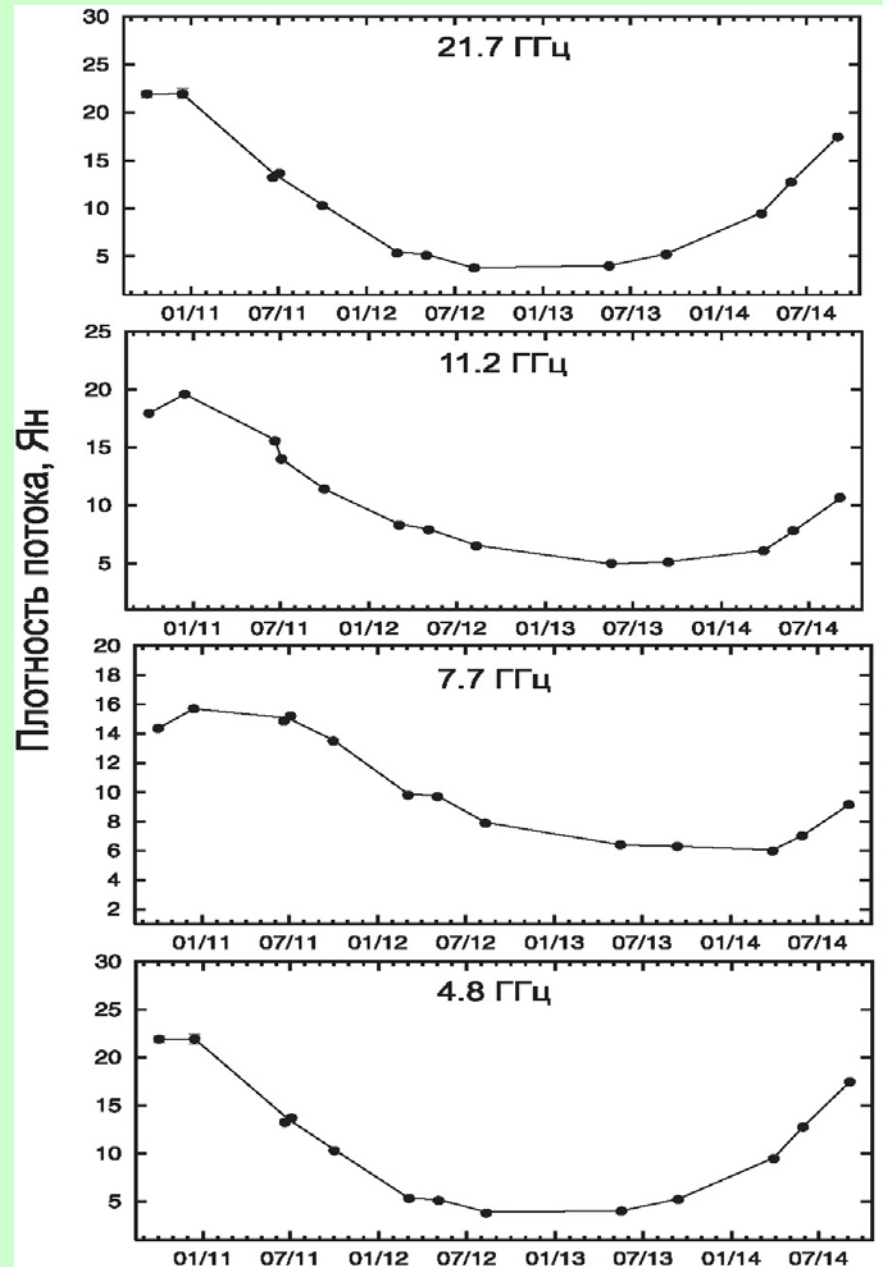
Предварительные оценки показали:

видимые угловые размеры области 0.07 mas;

линейные размеры порядка 5 Мпк;

яркостная температура превышает комптоновский предел в 150 раз;

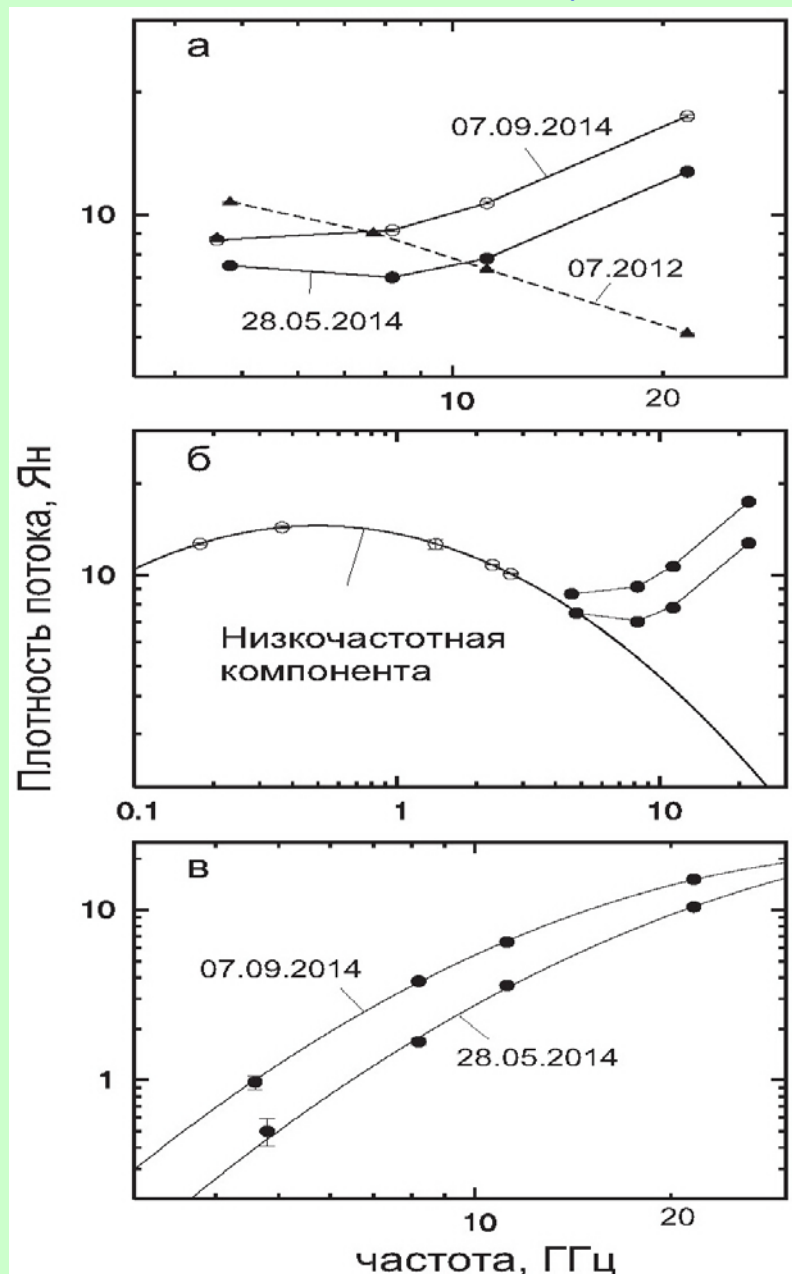
Допплер-фактор равен 5.4



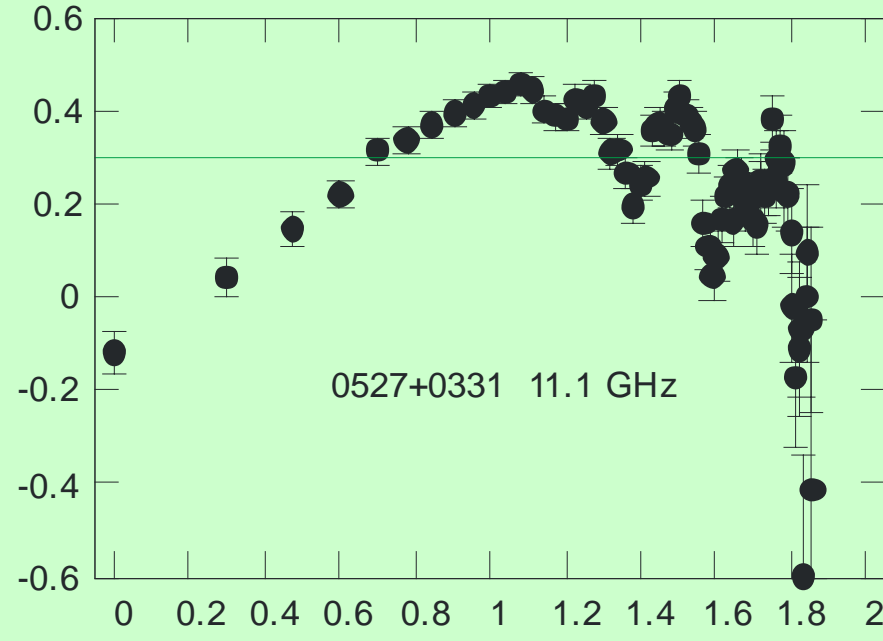
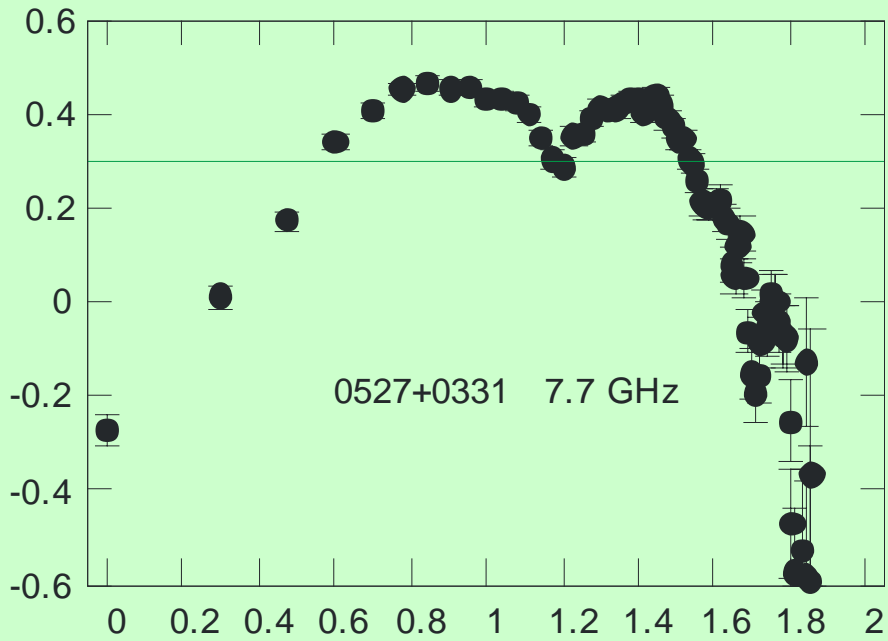
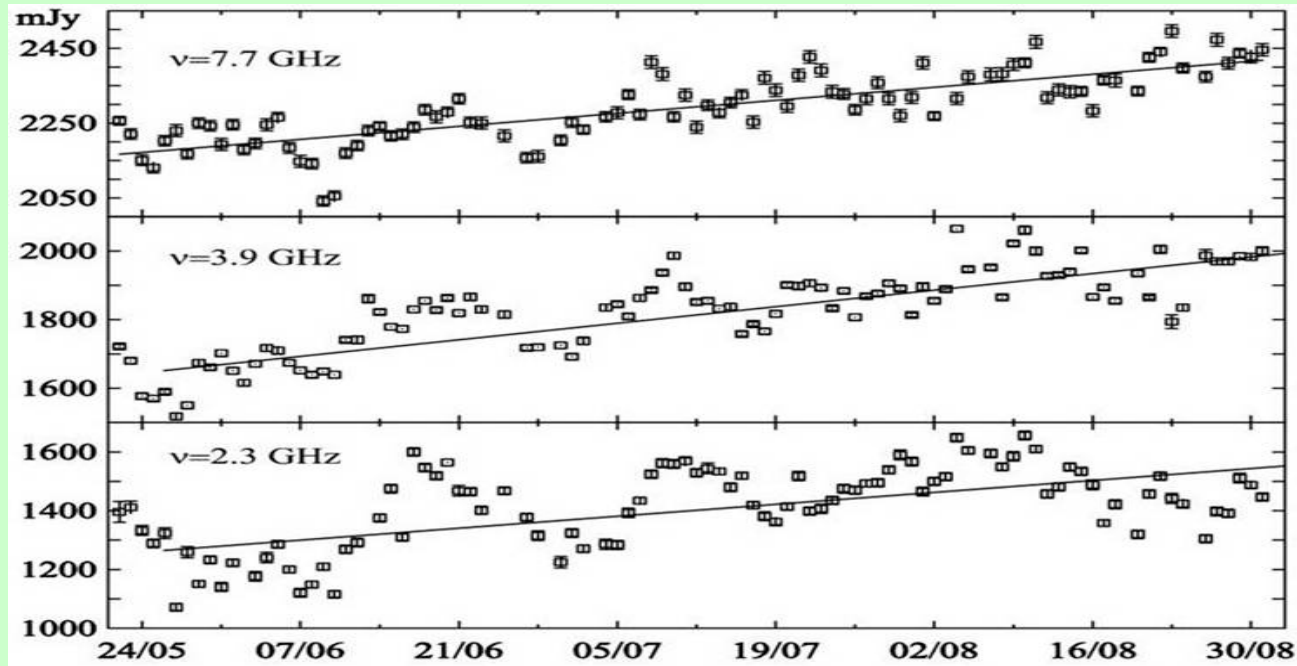


# Исследование переменности блазаров

Показаны спектры, полученные в начале и конце наблюдений. После вычитания протяженной компоненты (Рис. б) спектры растущие (Рис. в), причем максимум в спектре к концу наблюдений значительно сдвинулся в низкочастотную область.



# Обнаружение «недельной» переменности



# Поддержка Радиоастрон на РАТАН-600

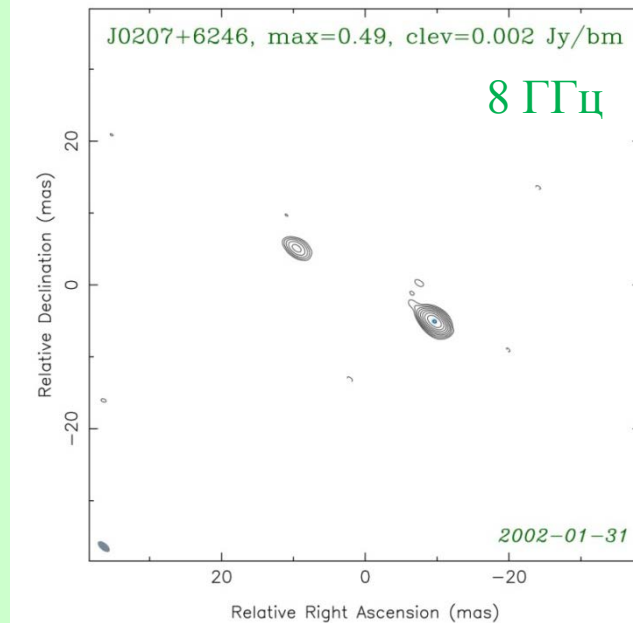
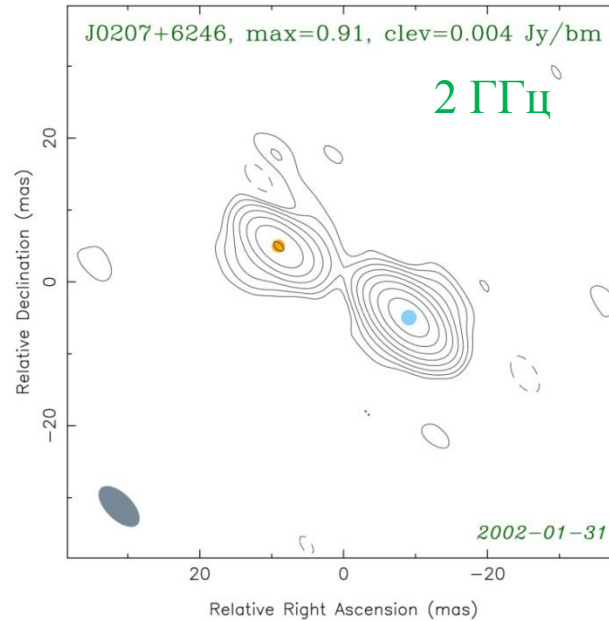
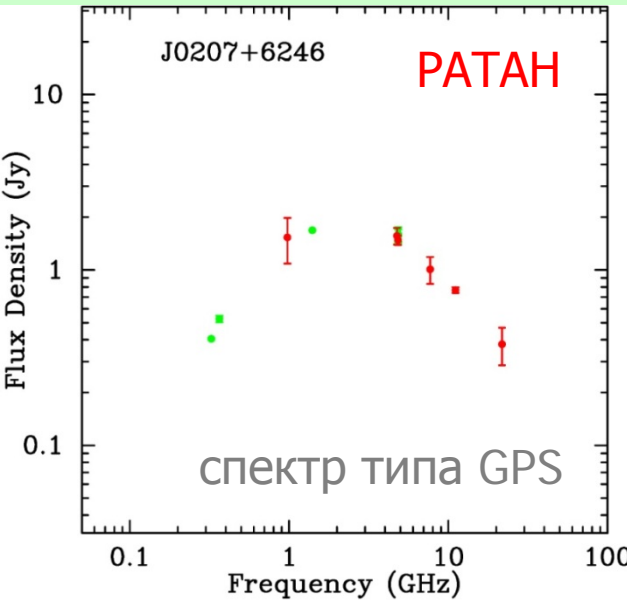


На базе результатов наблюдений по программе Ковалева и др. (около 3500 объектов) отобраны и, в настоящий момент, используются компактные внегалактические объекты для первых тестов и калибровок КРТ, поиска лепестков наземно-космического интерферометра Радиоастрон.

Принципиально важной для успеха проекта Радиоастрон является информация о текущих вспышках компактных внегалактических объектов, которую планируется получать из наблюдений на РАТАН-600.

# CSO: Compact symmetric objects

*Компактные симметричные (молодые?) радио галактики*



По данным PATAH-600 и VLBA построена и изучена полная выборка CSO внегалактических радиоисточников – скорее всего, молодых ядер галактик.

Впервые, значимо найдено несовпадение пиков излучения компактных радио-“лобов” между 2 и 8 ГГц, то есть значимые градиенты спектрального индекса в пятнах. Это может объясняться специфическим распределением энергии релятивистских электронов на и около фронта ударных волн в лобах.

# Генетический код Вселенной

На частоте 30 ГГц с разрешением до 5 сек. дуги на 32 каналах с фокальной решеткой МАРС-3 получен наблюдательный материал.

Шмаонов:

- При обзоре неба на  $\lambda = 3.2$  см в Пулковско на рупорной антенне обнаружил избыточное излучение
- *ПитЭ, 1957 г. «Оказалось, что абсолютная величина эффективной температуры радиоизлучения фона... равна  $4 \pm 3$  К»*
- Более того, было показано, что интенсивность излучения не зависит ни от времени, ни от направления!



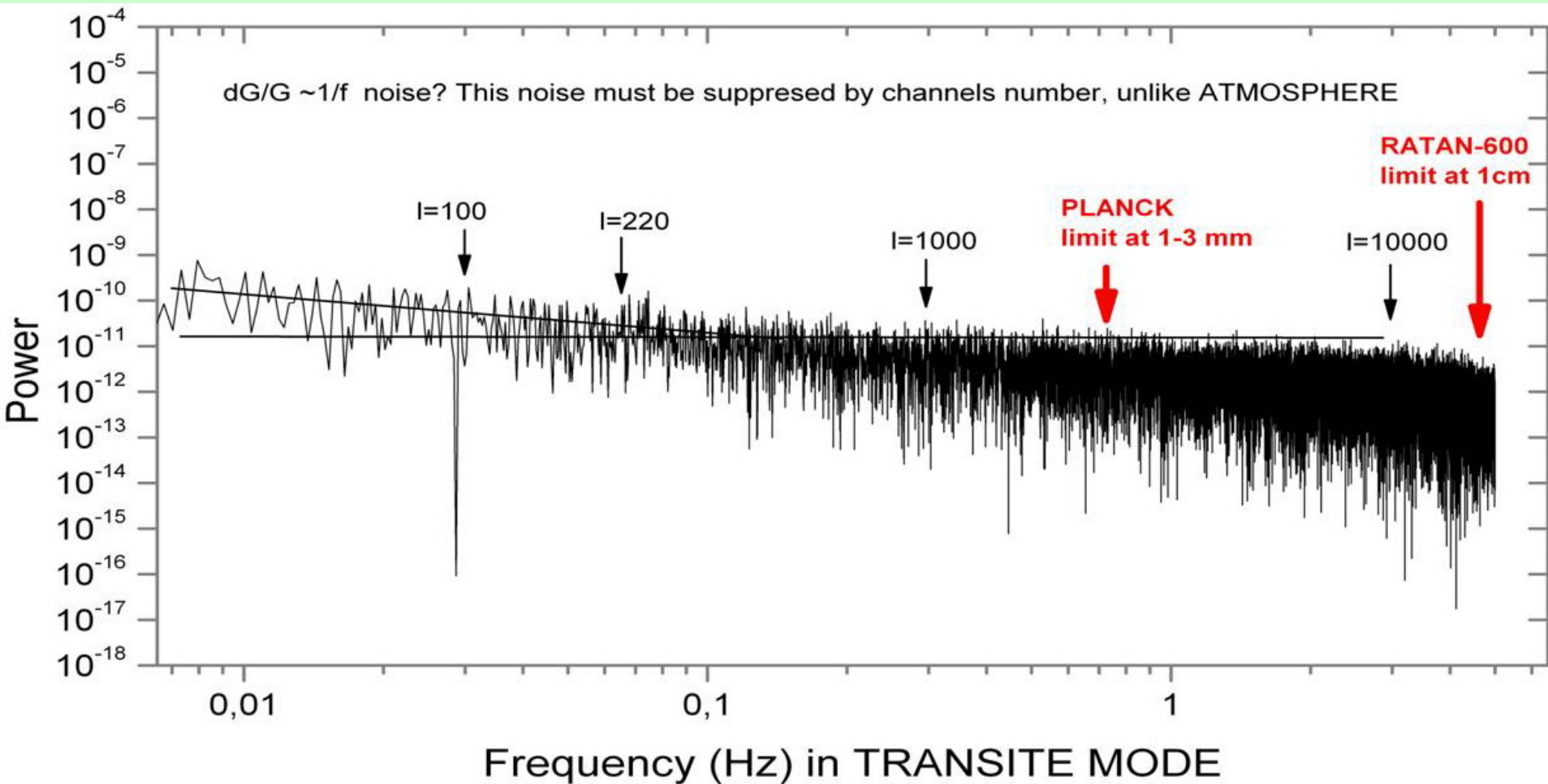
# Генетический код Вселенной

RA/ De c	40.7	40.8	40.9	41	41.1	41.2	41.3	41.4	41.5	41.6	41.7	41.8	41.9	42	42.1	42.2	42.3	Σ
00	7	25	23	21	26	23	19	107	116	104	27	27	22	22	23	20	16	628
01	7	24	22	21	26	23	20	105	115	107	28	27	25	25	23	19	16	633
02	7	25	22	23	26	22	22	106	116	105	28	26	25	25	24	19	16	637
03	6	27	23	22	26	22	14	98	77	107	26	25	25	25	24	20	19	586
04	6	27	22	22	25	23	14	105	104	106	26	26	25	23	23	19	19	615
05	5	26	21	23	25	22	14	76	102	94	26	26	25	25	22	20	19	570
06	3	25	19	22	23	22	15	100	103	105	26	26	24	26	25	20	19	603
07	4	25	19	23	23	23	14	100	105	106	26	22	24	27	25	20	19	605
08	4	26	21	22	23	21	15	107	110	107	26	21	24	23	25	20	19	614
09	4	26	21	23	23	23	15	106	105	109	25	21	25	23	24	18	19	610
10	4	28	21	21	23	23	16	106	110	108	24	21	25	22	24	18	18	612
11	3	25	20	23	21	24	16	103	109	106	22	21	25	23	24	18	18	603
12	3	26	20	23	23	23	16	104	101	101	23	22	21	24	25	18	19	592
13	4	28	22	23	24	23	16	103	102	104	24	21	25	23	24	18	19	603
14	4	28	22	23	25	19	16	102	101	100	21	21	24	23	25	17	19	590
15	4	28	23	23	26	24	17	105	99	100	22	24	24	25	26	17	18	605
16	4	26	23	22	25	24	15	100	103	100	25	25	25	26	26	17	18	604
17	4	26	23	23	25	23	15	96	102	101	22	25	25	26	26	18	17	597
18	5	26	24	23	25	23	13	97	98	98	21	24	23	25	26	18	16	585
19	6	25	23	22	25	23	13	78	101	88	24	24	24	24	25	18	15	558
20	6	19	22	22	22	21	12	64	79	77	23	25	23	22	21	19	15	492
21	6	21	23	23	23	19	13	102	102	101	26	25	24	24	24	19	15	590
22	7	24	23	22	27	20	13	106	121	102	27	25	20	24	23	20	14	618
23	7	24	23	22	27	21	13	105	119	100	26	25	24	23	23	20	16	618

# Результаты и планы

- Опыт обработки центрального сечения показал, что случайные ошибки оценки анизотропии близки к **нескольким микроградусам**;
- Изучается роль систематических ошибок; Для уменьшения их проводится кросс-корреляционный анализ независимых групп наблюдений;
- Планируется кросс-корреляция данных РАТАН-600 с данными ПЛАНКА для общих масштабов.

# Опыт центрального сечения интенсивность РАТАН-600 и ПЛАНК 2012



Спасибо за внимание!

