

База данных в режиме on-line и методы обработки наблюдательных данных круглосуточного многолучевого небесного обзора на 110 МГц (БСА ФИАН).

В.А. Самодуров^{1,2}, С.В. Логвиненко¹, М.И. Волобуева³, Р.Д. Дагкесаманский¹, Д.В. Думский¹, Е.А. Исаев^{1,2}, А.Н. Казанцев¹, М.А. Китаева¹, В.Д. Пугачев¹, А.Е. Родин¹, И.А. Субаев¹, С.А. Тюльбашев¹

¹Пушинская Радиоастрономическая обсерватория АКЦ ФИАН, Пушкино, Россия

²Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия

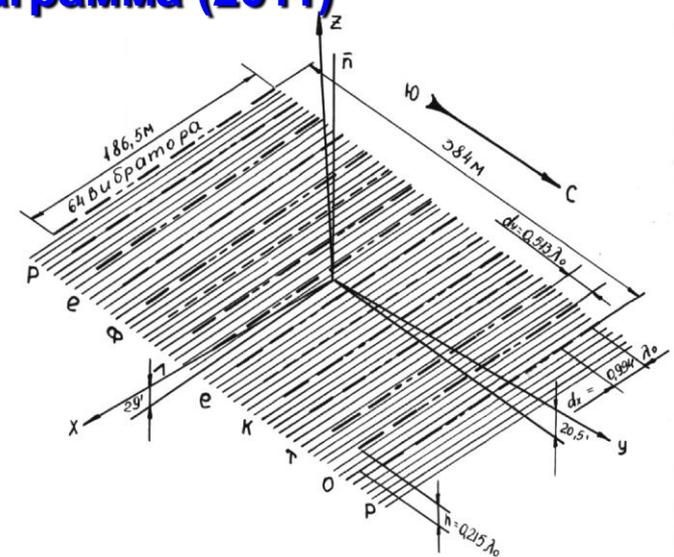
³Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

<http://astro.prao.ru/>

http://observations.prao.ru/temp_dir/

Радиотелескоп БСА ФИАН, основные вехи:

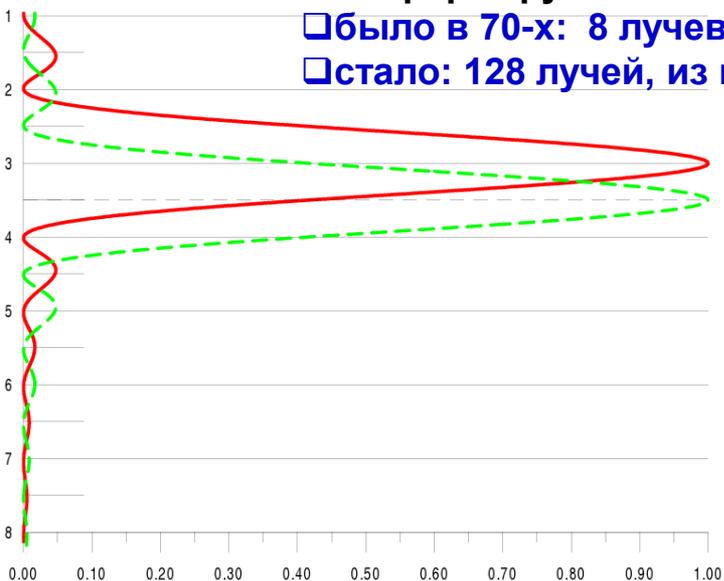
- ✓ Построен в 1974, для частоты 102.5 ± 1.5 МГц, многолучевая диаграмма
- ✓ Переход на 110 МГц (1996 г.)
- ✓ Вторая независимая многолучевая (16 лучей) диаграмма – 2006 год
- ✓ Добавлена третья независимая 128 лучевая диаграмма (2011)



БСА формирует многолучевую диаграмму:

□ было в 70-х: 8 лучевая диаграмма (показан 1 луч)

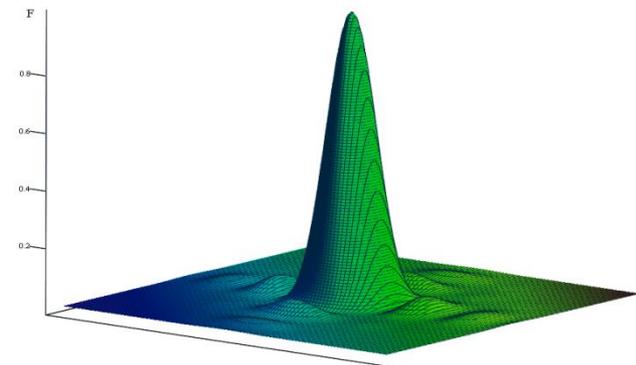
□ стало: 128 лучей, из них 96 – уже оснащено регистраторами (с апреля 2013)



Луч от луча отстоит на:

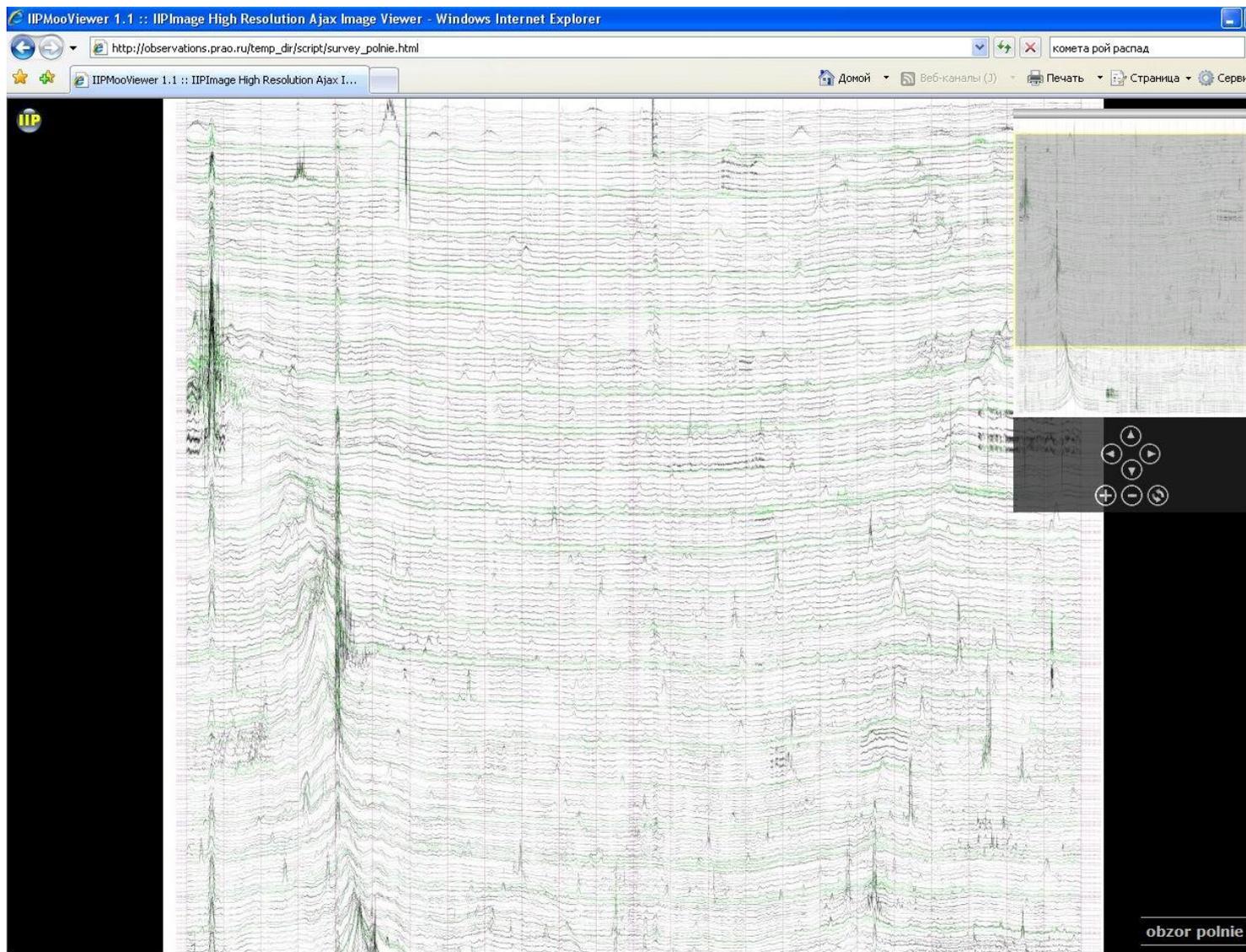
$$D_{\delta} = 25' \cdot \sec(Z)$$

Обычно: для каждого из 96 лучей наблюдения ведутся в 6 полосах по 0.42 МГц с $\tau=0.1$ секунды

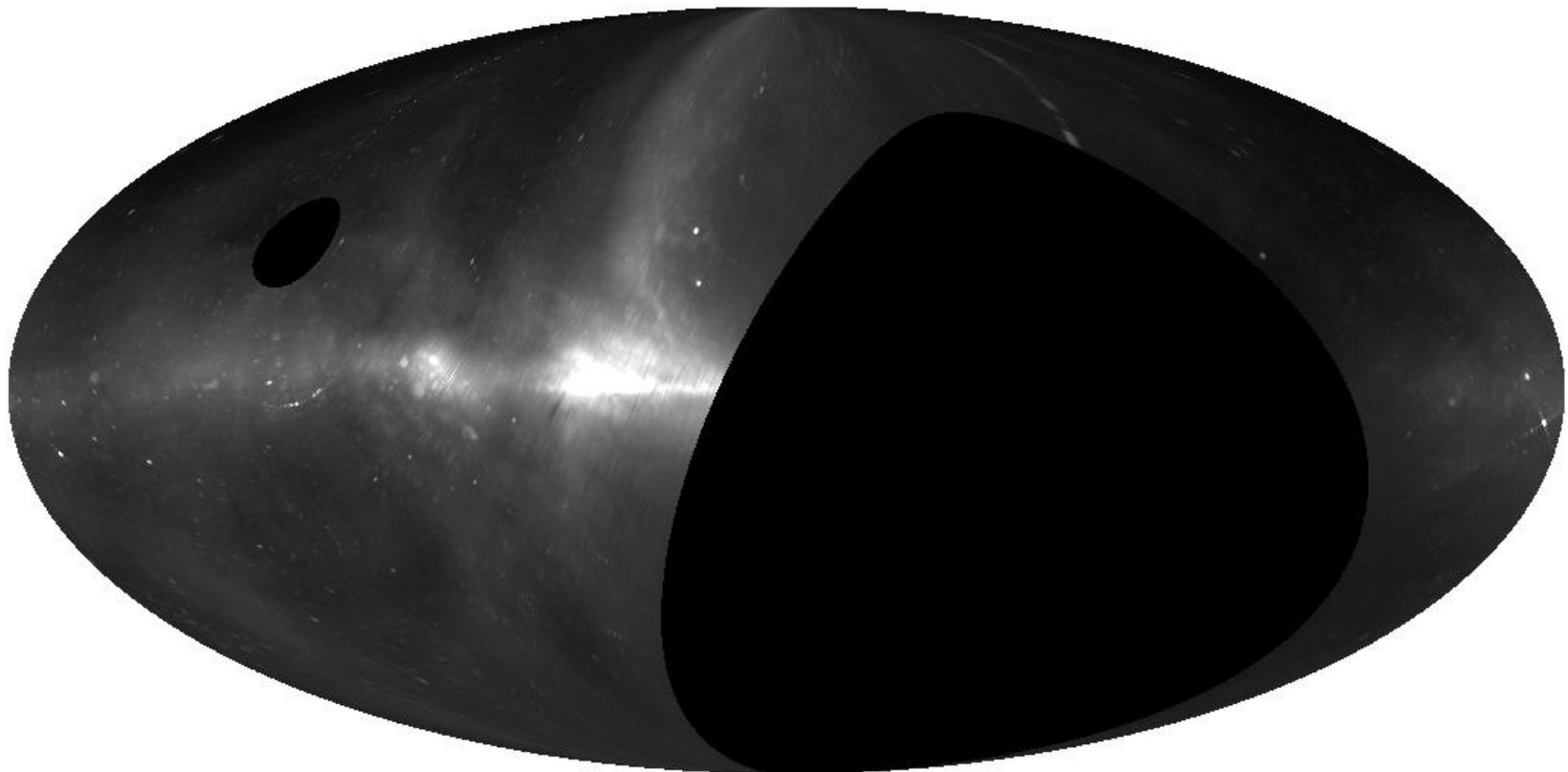
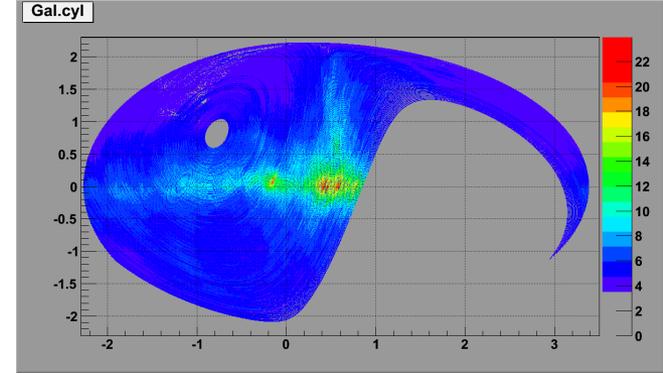


Данные обзора Северной полусферы неба на 102.5 МГц
(1991-93 г) на сайте http://observations.prao.ru/temp_dir/ :

Оригинальные сканы наблюдений – в масштабируемом on-line изображении

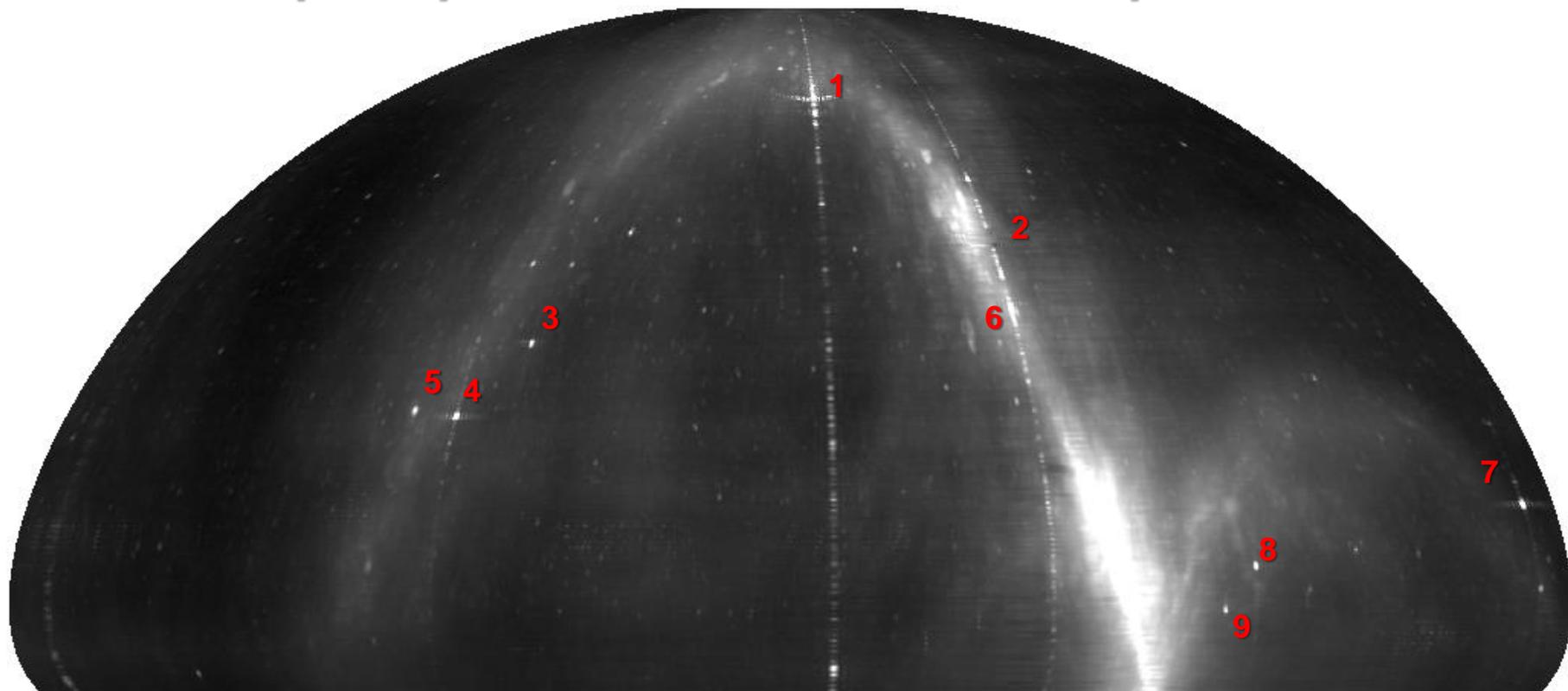


**Радионебо с БСА ФИАН, первая диаграмма
(собраны 60 суток наблюдений при помощи
8-ми лучевой диаграммы на 102.5 МГц в 1991-93 гг.)**



Радионебо на частоте 102 МГц ($\lambda \sim 3$ м) – на БСА ФИАН, из обзора 1991-93 гг.

Самые яркие радиоисточники, из обзора на 102.5 МГц



N1	23 21 10.6	+58 33.1	3C461 (Кассиопея А)
N2	19 57 45.3	+40 36.0	3C405 (Лебедь А)
N3	4 33 55.1	+29 34.4	3C123
N4	5 31 30.0	+21 58.4	3C144 Крабовидная туман.
N5	6 14 15	+22 40.2	IC 443 (3C157) (остаток сверхновой)
N6	20 45 ... 20 54	+29 ... +31	Syg Loop (остаток сверхновой)
N7	12 28 18.0	+12 40.1	3C274 (Дева А)
N8	16 48 40.3	+05 3.8	3C348
N9	17 17 56.1	-00 57.0	3C353

6 июля 2012 г. – запуск съема данных с 3-й , 128-лучевой диаграммы БСА (с 6.07.2012 – приемниками оснащены 48 лучей, с 1.04.2013 – 96 лучей)

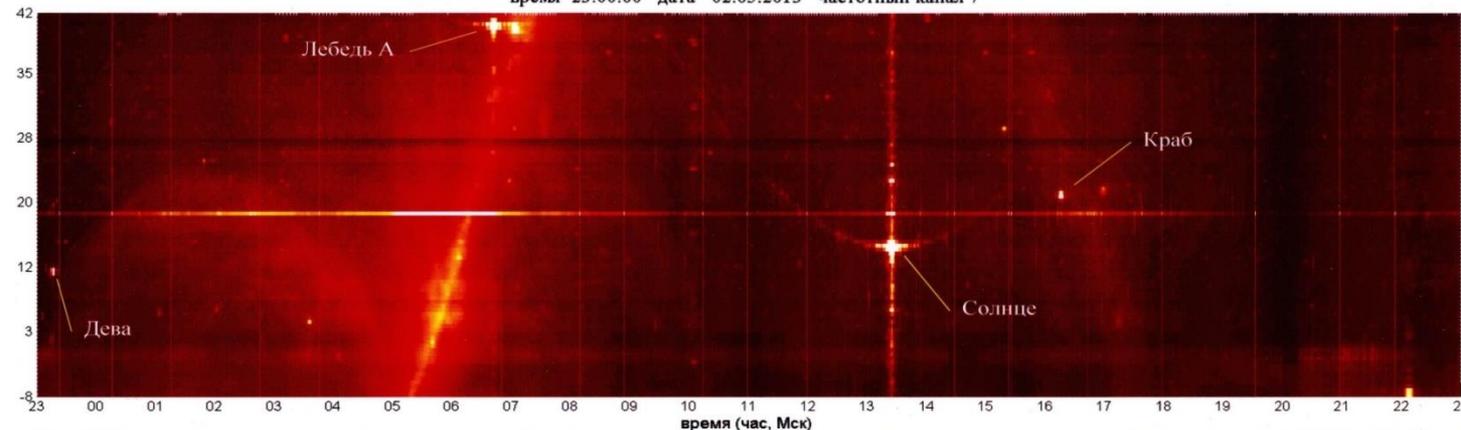
Благодаря гранту «Космическая погода» (Чашей И.В., Шишов В.И., Орешко В.В. и коллектив сотрудников ПРАО АКЦ ФИАН) – в 2009-2013 проводится модернизация системы диаграммообразования БСА.

С 6 июля 2012 года ведется запись в 48 лучах 3-й диаграммы БСА, а начиная с 1 апреля 2013 г. ведется запись уже с 96 лучей в секторе склонений $-8^\circ < \delta < +43^\circ$.

Каждый из 96 регистрируемых лучей с третьей диаграммы БСА снимает данные в 6 полосах шириной 0.42 МГц в частотах от 109 до 111 МГц (с центром на 110.25 МГц) при постоянной времени в 0.1 секунду. Каждый час записывается два файла (в каждом содержится по 48 каналов данных с различных лучей многолучевой диаграммы БСА) объемом по 46 Мбт. **В результате ежесуточно записывается массив информации 2.3 Гбт (в год – более 800 Гбт).**

Успешно проведены также тестовые двухсуточные наблюдения с постоянной времени 0.02 секунды и количеством частотных полос 32 (по 78 КГц каждая). Суточный объем данных с такими наблюдательными параметрами равен 55 Гбт (в год – до 20 Тбт).

время 23:00:00 дата 02.05.2013 частотный канал 7



Слайд из доклада на Всероссийской астрономической конференции, сентябрь 2013:

Дагкесаманский Р.Д., Орешко В.В., Чашей И.В.

«Радиотелескоп БСА ФИАН: новая система диаграммообразования и новые возможности инструмента».



Радиотелескоп БСА ФИАН, обзор неба в течение суток

БСА-3, основные сведения

Подключение МЦП к ДН-3 радиотелескопа БСА ФИАН в конфигурации на 96 лучей, с 1.04.2013

Регистратор 1

канал модуля	1 модуль		2 модуль		3 модуль		4 модуль		5 модуль		6 модуль	
	№ каб.	Склонен.										
1	33	42.13	41	38.79	49	35.40	57	31.94	65	28.37	73	24.70
2	34	41.72	42	38.38	50	34.97	58	31.50	66	27.92	74	24.23
3	35	41.31	43	37.95	51	34.54	59	31.06	67	27.47	75	23.76
4	36	40.89	44	37.54	52	34.12	60	30.61	68	27.01	76	23.29
5	37	40.47	45	37.11	53	33.69	61	30.17	69	26.56	77	22.81
6	38	40.06	46	37.69	54	33.25	62	29.73	70	26.10	78	22.34
7	39	39.64	47	36.26	55	32.82	63	29.29	71	25.64	79	21.86
8	40	39.23	48	35.85	56	32.38	64	28.84	72	25.18	80	21.38

Регистратор 2

канал модуля	1 модуль		2 модуль		3 модуль		4 модуль		5 модуль		6 модуль	
	№ каб.	Склонен.										
1	81	20.83	89	16.87	97	12.63	105	8.09	113	3.11	121	-2.50
2	82	20.39	90	16.36	98	12.10	106	7.50	114	2.45	122	-3.25
3	83	19.89	91	15.84	99	11.54	107	6.90	115	1.79	123	-4.02
4	84	19.41	92	15.32	100	10.98	108	6.29	116	1.11	124	-4.82
5	85	18.91	93	14.80	101	10.42	109	5.68	117	0.42	125	-5.62
6	86	18.41	94	14.27	102	9.85	110	5.05	118	-0.28	126	-6.46
7	87	17.91	95	13.74	103	9.28	111	4.42	119	-1.00	127	-7.32
8	88	17.40	96	13.20	104	8.70	112	3.78	120	-1.72	128	-8.20

Таблица координат лучей (оба сета из 48 лучей) на даты с 1.04.2013 гг. по настоящее время:

Для верхних 48 лучей (1-й регистратор) работаем в диапазонах по Dec., R.A. на небе : $+21.38^\circ \leq \delta \leq +42.13^\circ$; $0^h \leq \alpha \leq 24^h$

Для верхних 48 лучей (1-й регистратор) работаем в диапазонах по Dec., R.A. на небе: $- 8.20^\circ \leq \delta \leq +20.83^\circ$; $0^h \leq \alpha \leq 24^h$

Общая зона наблюдений сейчас: $- 8.20^\circ \leq \delta \leq +42.13^\circ$; $0^h \leq \alpha \leq 24^h$

Однако! БСА-3 – сейчас это: лавина данных!

Третья диаграмма БСА сейчас это ежедневно: 2x24 часовых файлов , каждый для 48 лучей, в 7 полосах (6 полос по 0.42 МГц, одна общая 2.5 МГц), 0.1 сек .

В стандартном режиме наблюдений (6 полос по 0.42 МГц + одна общая 2.5 МГц, $\tau = 0.1$ сек) каждую секунду мы десять раз пишем массив четырехбайтовых чисел 48x7.

В итоге, **за сутки** с 96 лучей диаграммы с апреля 2013 г. поступает **2.3 гигабайта** научной информации (**в год 848 Гбт**).

Для 32 полос и постоянной времени $\tau = 0.0125$ сек («тяжелый формат») **в год 32 Тбт**.

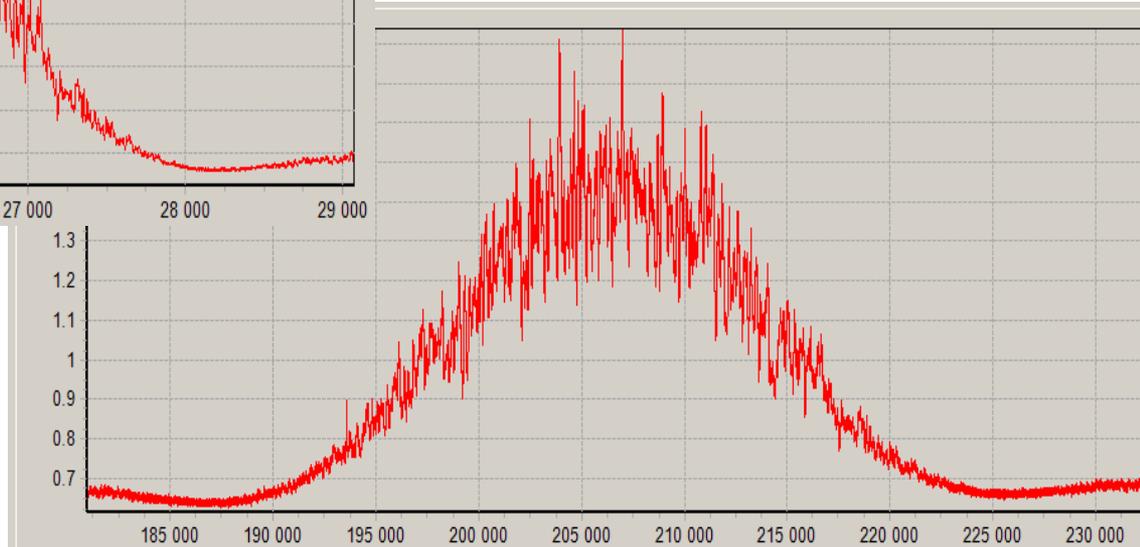
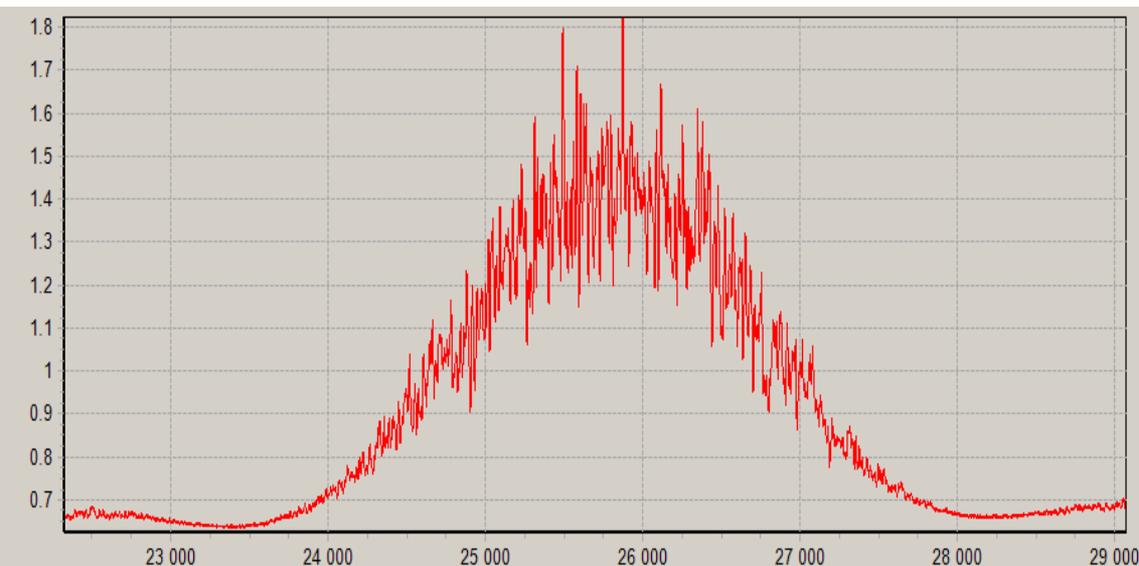
В «легкий» + «тяжелый» (сразу два формата) режимах регистрация возможна с июня 2014 (Логвиненко С.В., работа выполнена в рамках работы по гранту **РФФИ 14-07-00870а**) . Для тяжелого формата уже накоплено более 2 месяцев данных (на 25.09.2014). **Уже ограничены емкостью имеющихся дисков!**

Формат регистрации данных → Объем данных за указанное время ↓	$\tau = 100$ ms , $\Delta f = 0.415$ MHz (10 раз в секунду, 6 полос+1 общая = 2.5 MHz)	$\tau = 12.5$ ms , $\Delta f = 0.078$ MHz (80 раз в секунду, 32 полосы+1 общая = 2.5 MHz)
1 секунда, 96 лучей	26880 бт	1013760 бт ≈ 1 Мбт
5 минут (характерный размер диаграммы по R.A. ≈ время накопления одного источника), 96 лучей	8 Мбт (84 кбт – для 1 луча)	304 Мбт (3.2 Мбт – для 1 луча)
1 час, 96 лучей	92 Мбт	3482 Мбт
1 сутки , 96 лучей	2,3 Гбт	87,6 Гбт
1 месяц, 96 лучей	70 Гбт	2,6 Тбт
1 год, 96 лучей	848 Гбт	32 Тбт

Новый режим работы регистраторов. Июнь 2014г.

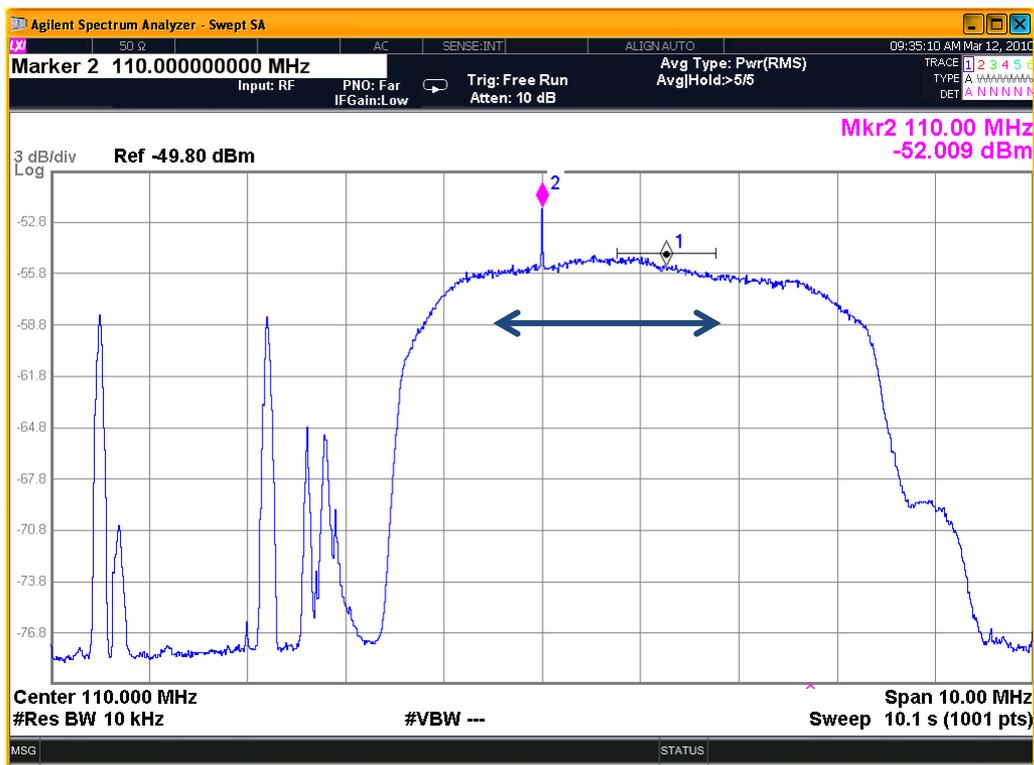
(из стендового доклада Логвиненко С.В.)

С июня 2014г. введен режим регистрации с высоким временным и частотным разрешением. В этом режиме, одновременно с регистрацией данных в базовом режиме, возможно получение данных с более высоким разрешением. Включение или отключение дополнительного режима производится без остановки наблюдений. Объем часовой записи с временным разрешением 0.0125 секунды и с 32 частотными каналами составляет 3.4Гб.



Система регистрации сигналов многолучевого радиотелескопа БСА ПРАО АКЦ ФИАН.

Логвиненко С.В. ПРАО АКЦ ФИАН.



Постановка задачи.

- ✓ Из сигнала БСА выделить рабочую полосу (~2.5 МГц).
- ✓ Произвести в реальном времени чистку от помех в частотной области.
- ✓ В рабочей полосе вычислить мощность сигнала для заданного количества частотных каналов.
- ✓ Обеспечить регистрацию сигнала для каждого луча с периодом от 10 мс до 1 сек.

- Создание программы проведения наблюдений и регистрации.
- Обеспечение упорядоченного хранения данных и доступ к этим данным.
- Создание программы визуализации данных.

БСА-3 – сейчас это: лавина данных!

Указанные данные несут в себе огромные возможности как для кратковременного и долговременного мониторинга различных классов радиоисточников (в том числе радиотранзиентов), так и для отслеживания состояния космической погоды, состояния земной ионосферы, поиска различных классов радиоисточников, и др.

НО: как с этим потоком работать и просто осмыслить поступающие данные?

Нужны адекватные масштабу данных инструменты...

Ответ: **как минимум**, нужна база данных с хорошей визуализацией потока информации.

Однако! БСА-3 – сейчас это: лавина данных!

Нужны адекватные масштабу данных инструменты...

...как минимум, нужна база данных с хорошей визуализацией потока информации.

Итак, чтобы выбраться из под лавины, создаём базу данных!

- Структура базы данных с многолучевой диаграммы БСА-3 (имя – **bsa3**) создана в августе 2013 года
- Сентябрь-октябрь 2013 – тестирование ввода данных и их первичной обработки
- Конец октября 2013 – ввод накопившихся данных (ввод данных 6.07.2012 – 20.10.2013 занял две недели круглосуточной компьютерной обработки) в базу
- Конец декабря 2013 г. – работа поддержана грантом РФФИ 14-07-00870 «Потоковая обработка данных круглосуточного мониторинга северной полусферы неба в длинноволновом диапазоне радиоволн методами распределенных вычислений.»
- Конец января-начало февраля 2014 : отработана визуализация базы данных, данные выведены on-line (<http://astro.prao.ru/> – пока только для сотрудников обсерватории) . Генерация ~400 тысяч рисунков всех сортов данных с выхода первичной обработки для всех временных масштабов заняла около 10 суток.

Ближайшие планы (~ от месяца до 2-х лет):

- Автоматизация обновлений базы данных
- Решение практических задач (расчет и отслеживание в автоматическом режиме эффективной площади антенны БСА, условий наблюдения, качества данных и т.п.)
- Решение с помощью базы данных избранных научных задач
- Написание и тестирование алгоритмов параллельной обработки данных: на графические платы (язык CUDA), на суперкомпьютерах, написание BOINC-клиентов (распределенная обработка данных на сетях компьютеров)

Созданная база данных многолучевых наблюдений БСА-3 это (на сентябрь 2014 г):

Общий объем базы данных с именем **bsa3** = **115 Гбт** , копия в файл (dump) базы данных **165 Гбт**

Имя таблицы	Число единиц хранения	Объем, занимаемый в базе
name_files	15899 файлов (их объем 769 Гбт)	6.7 MB
datas_base	Более 8 млн. 5 сек. точек x 96 x 15	113 GB
equivalents	21134 калибровочных сигналов из них 15824 – корректны	218 MB
images	398 тысяч рисунков png-формата (будет – около 1 млн, сейчас просмотрено лишь ~5 тыс. рисунков = 1%)	143 MB
weather	35014 погодных значений (раз в 30 мин – Т, Н, ...)	

Другие существующие таблицы:

list_of_cnl_grid	на какую дату какие каналы в файлах каких регистраторов
list_of_coordinate_of_cnl	координаты каналов (лучей) диаграммы БСА-3
ip_user	информация о ip-адресах посетителей

Будущие (возможные) таблицы:

User s	- информация о зарегистрированных пользователях базы данных
datas_bad_map	- карта пригодности данных (времена, каналы)
datas_base_work	- таблица временных данных (глобальных и в фазах обработки)
Sources	- таблица обработанных источников

....

Возможности базы данных

- анализ состояния антенны БСА ФИАН и качества наблюдений – по совокупности данных на конкретную дату наблюдений
- анализ можно расширить на исследование сезонности состояния антенны, влияния на данные состояния атмосферы, космической погоды и т.д.
- анализировать изменения конкретного источника, обнаруживая систематику по избранном для анализа параметрам и их взаимосвязь
- при расширении числа обрабатываемых и хранимых в базе данных параметров можно устанавливать эмпирические зависимости между самыми разными параметрами.

Данные с БСА -3 : перспективы

Объем введенных в базу данных с третьей диаграммы БСА на 20-е октября 2013 г достиг уже 769 ГБт, файлов – 15899, на их основе сейчас рассчитаны 15 параметров для каждого луча каждые 5 секунд (всего 8075397 точек). Указанные данные несут в себе огромные возможности как для кратковременного и долговременного мониторинга различных классов радиоисточников (в том числе радиотранзиентов), так и для отслеживания состояния космической погоды, состояния земной ионосферы, поиска различных классов радиоисточников, и др.

Ввиду своих колоссальных объемов данные требуют новых подходов к их обработке. Мы планируем использовать для их вторичной обработки как суперкомпьютеры, так и возможности обработки данных при помощи клиентов сети распределенных компьютерных вычислений на основе технологии BOINC. Фундаментом для этой работы и послужит база данных.

Основная работа сейчас:

- Программирование
- Программирование!
- Программирование!!
- Программирование!!!
- **Программирование!!!!**

~90 % всей работы:

написание и отладка алгоритмов на нескольких языках сразу (SQL, Perl, Python, PHP, C++ , C#, FORTRAN, Pascal, ...).

В том числе – с использованием **параллельного программирования**. Поскольку: чтобы сократить время счета для различных научных задач, мы будем просто **обязаны** уйти в многопроцессорный и много-компьютерный счет...

Даже первичная обработка 1 часа наблюдений в «легком формате» на обычном компьютере: занимает 3-5 минут.

Для «тяжелого формата» первичная обработка одного часа наблюдений занимает ... полчаса!

Поэтому – сейчас на деньги гранта [РФФИ 14-07-00870а](#) закупается машина с параллельными вычислителями.

По соотношению цена/качество выбрана рабочая станция STSS Flagman WX220N.3-006LF в составе:

2.50GHz Intel® Xeon® E5-2609v2 (Ivy Bridge-EP) 4-Core, 6.4GT/s QPI, 10MB L3 cache

+

Вычислитель Intel® Xeon® Phi 3120P (Knights Corner) 1.1GHz 57 Xeon cores (**228 threads**) 6GB GDDR-5 RAM (240GB/s)

-На одном из 4-х слотов. В дальнейшем планируется нарастить до 4-х слотов.

Но и этого – **мало!**

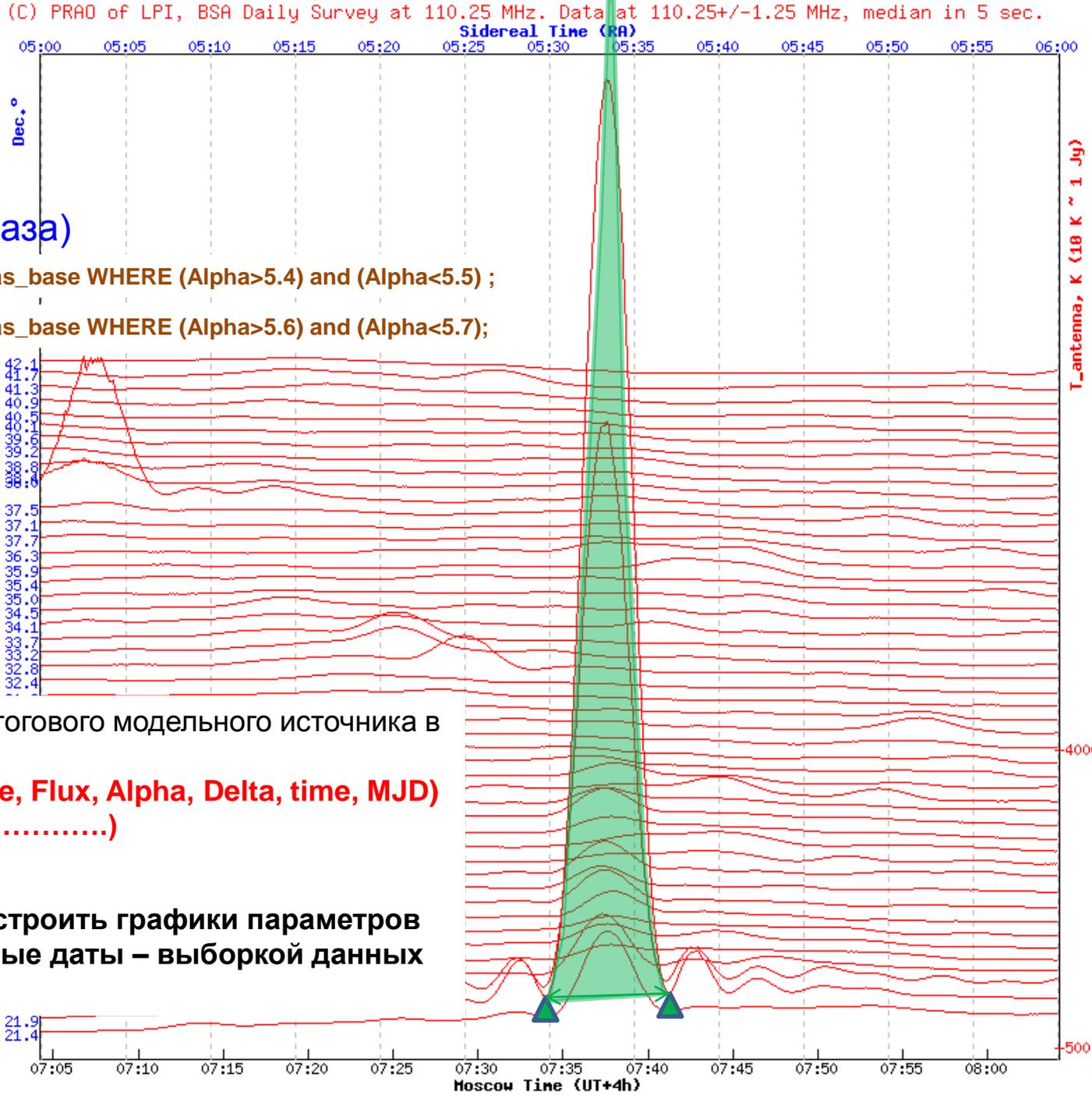
Ввиду своих колоссальных объемов данные требуют новых подходов к их обработке. Мы планируем использовать для их обработки как суперкомпьютеры, так и возможности обработки данных при помощи клиентов сети **распределенных компьютерных вычислений на основе технологии BOINC**. (как в проектах SETI-home, Einstein-home и другие)

Список возможных научных задач.

➤ Космическая погода (определять индексы мерцаний сотен источников в околосолнечной среде в динамике, геомагнитные прогнозы) – модернизация антенны проведена в рамках выполнения именно этой задачи. Над данной научной задачей в рамках программы «Космическая погода» работают Чашей И.В., Шишов В.И., Орешко В.В. и их коллеги по программе.

Но есть и масса других задач , которые можно решать на основе данных с БСА-3, например:

- Составление каталога мерцающих источников из обзора (порядка нескольких тысяч источников) на БСА-3
- Мониторинг изменений потоков сотен и тысяч источников
- Отслеживание состояния ионосферы
- Поиск радиотранзиентов
- Поиск пульсаров
-
-и многие другие задачи



Пример решения научной задачи при помощи базы данных:

➤ Мониторинг изменений потоков сотен и тысяч источников

В нужных лучах : **A)** (база)

```
SELECT min(cnl_075[7]) FROM datas_base WHERE (Alpha>5.4) and (Alpha<5.5) ;
```

```
SELECT min(cnl_075[7]) FROM datas_base WHERE (Alpha>5.6) and (Alpha<5.7);
```

B) Вычитание фона

(интерполяцией минимумов)

B) (счетная часть)

Вписывание модельного источника

Г) Занесение параметров итогового модельного источника в таблицу источников:

```
INSERT INTO Sources (Name, Flux, Alpha, Delta, time, MJD)
VALUES ('3C 144 Crab', .....)
```

Далее, например – можно строить графики параметров данного источника на разные даты – выборкой данных из таблицы **Sources**

А если мы еще привлечем дополнительные данные?...

БСА-3 + УТР (Харьков) == возможное сотрудничество

В августе 2013 достигнуто предварительное согласие с радиоастрономами РИ НАНУ о общем проекте «**Long Wave Radio Sky**»

На основе:

ежесуточные **данные с БСА-3** (в полосе склонений $-8^\circ < \delta < +43^\circ$) **+ данные UTR**

→ **сможет обработать ТОЛЬКО клиент распределенных вычислений, основанный на технологии BOINC**

→

новые объекты + мониторинг известных + *публичный пиар* самых длинноволновых радиотелескопов в мире...

БСА-3, примеры данных

Разновидности данных, хранимых в базе данных.

На конец января 2014 г. в базу данных вброшены все сведения о наблюдениях на БСА-3 с 6.07.2012 по 20.10.2014 г. В базе данных хранится перечень не только всех файлов на обеих установках и сводные данные для каждого из этих файлов (прочитаны из заголовков файлов), но обработанные и аккумулярованные данные по всем лучам каждые 5 секунд. При этом для каждой 5-секундной точки данных (для каждого из лучей) получены и хранятся следующие данные (всего 15 сортов):

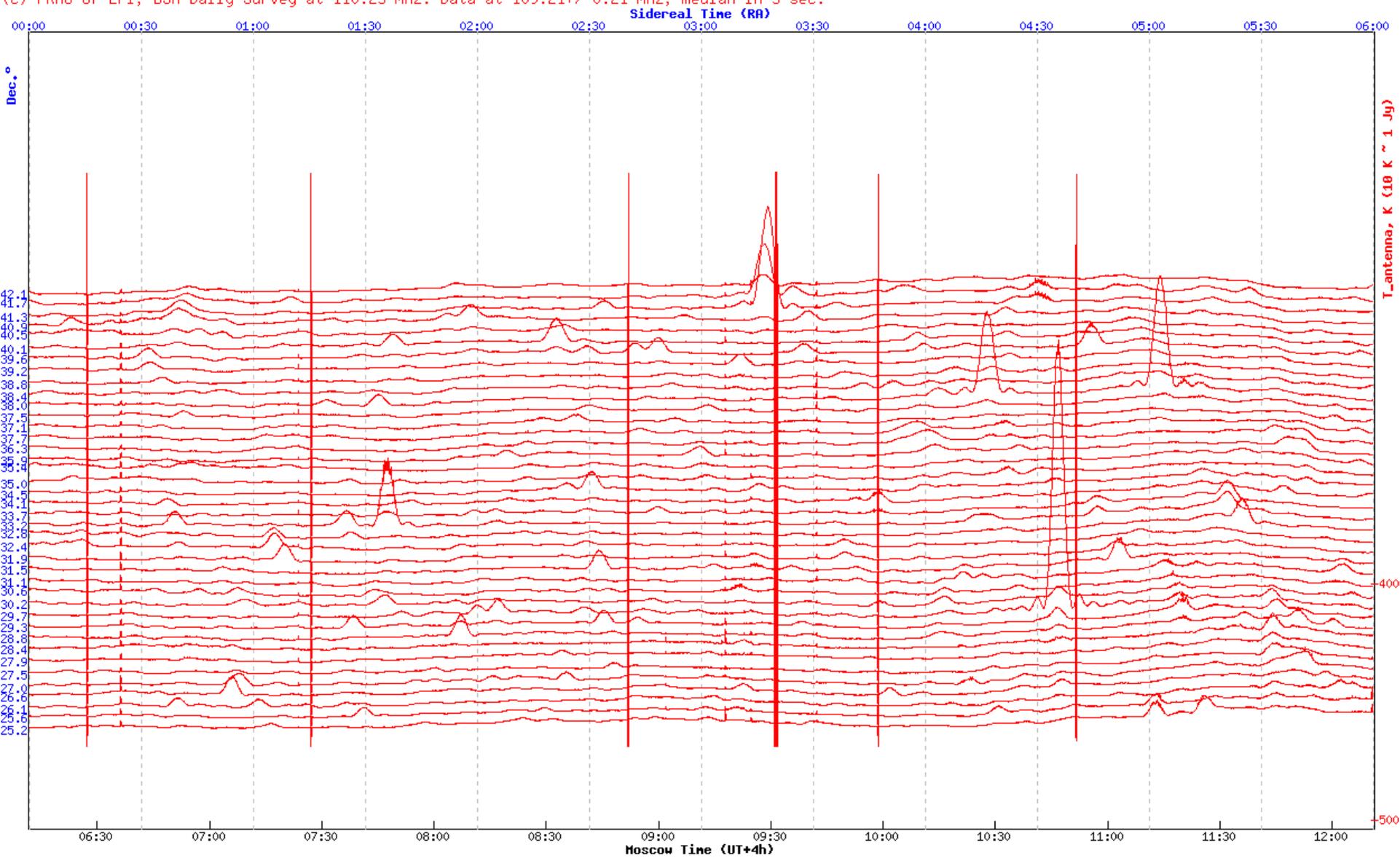
- 1- й сорт данных - средние **медианные за 5 секунд в 1-й полосе** наблюдений (109.21 ± 0.21 МГц; см. рисунки)
- 2- й сорт данных - средние **медианные за 5 секунд во 2-й полосе** (109.62 ± 0.21 МГц);
- 3- й сорт данных - среднее **медианное за 5 секунд в 3-й полосе** (110.04 ± 0.21 МГц);
- 4- й сорт данных - средние **медианные за 5 секунд в 4-й полосе** (110.45 ± 0.21 МГц);
- 5- й сорт данных - средние **медианные за 5 секунд в 5-й полосе** (110.87 ± 0.21 МГц);
- 6- й сорт данных - средние **медианные за 5 секунд в 6-й полосе** (111.29 ± 0.21 МГц);
- 7- й сорт данных - средние **медианные за 5 секунд в общей полосе** (110.25 ± 1.25 МГц);
- 8- й сорт данных – минимальные значения за 5 секунд в общей полосе («огибающая снизу» шумовой дорожки);
- 9- й сорт данных – максимальные за 5 секунд в общей полосе («огибающая сверху» шумовой дорожки);
- 10- й сорт данных - среднее арифметическое за 5 секунд в общей полосе (после отброса крайних значений: отбрасываем 6 крайних точек – 1 снизу и 5 точек сверху из 50 значений для постоянной времени 0.1 сек);
- 11- й элемент массива - дисперсия в общей полосе на 5 секундах (после отброса крайних значений: отбрасываем 6 крайних точек – 1 снизу и 5 точек сверху из 50 значений для постоянной времени 0.1 сек);
- 12- й элемент массива - **средний индекс мерцаний на 5 секундах в общей полосе** (после отброса крайних значений: отбрасываем 6 крайних точек – 1 снизу и 5 точек сверху из 50 значений для постоянной времени 0.1 сек);
- 13- й элемент массива - среднее арифметическое на 1 минуте в общей полосе (после отброса крайних значений: отбрасываем 60 крайних точек – 10 снизу и 50 точек сверху из 600 значений, если постоянная 0.1 сек)
- 14- й элемент массива - средняя дисперсия на 1 минуте в общей полосе (после отброса крайних значений: отбрасываем 60 крайних точек – 10 снизу и 50 точек сверху из 600 значений, если постоянная 0.1 сек)
- 15- й элемент массива - **средний индекс мерцаний на 1 минуте в общей полосе** (после отброса крайних значений: отбрасываем 60 крайних точек – 10 снизу и 50 точек сверху из 600 значений, если постоянная 0.1 сек)

Далее – приведены примеры каждой вида данных, один и тот же отрезок данных (6 часов данных с 0-00 по 6-00 звездного времени).

БСА-3, разновидности данных:

1 тип данных: 1-я полоса – 109.21 МГц

(C) PRAD of LPI, BSA Daily Survey at 110.25 MHz. Data at 109.21+/-0.21 MHz, median in 5 sec.



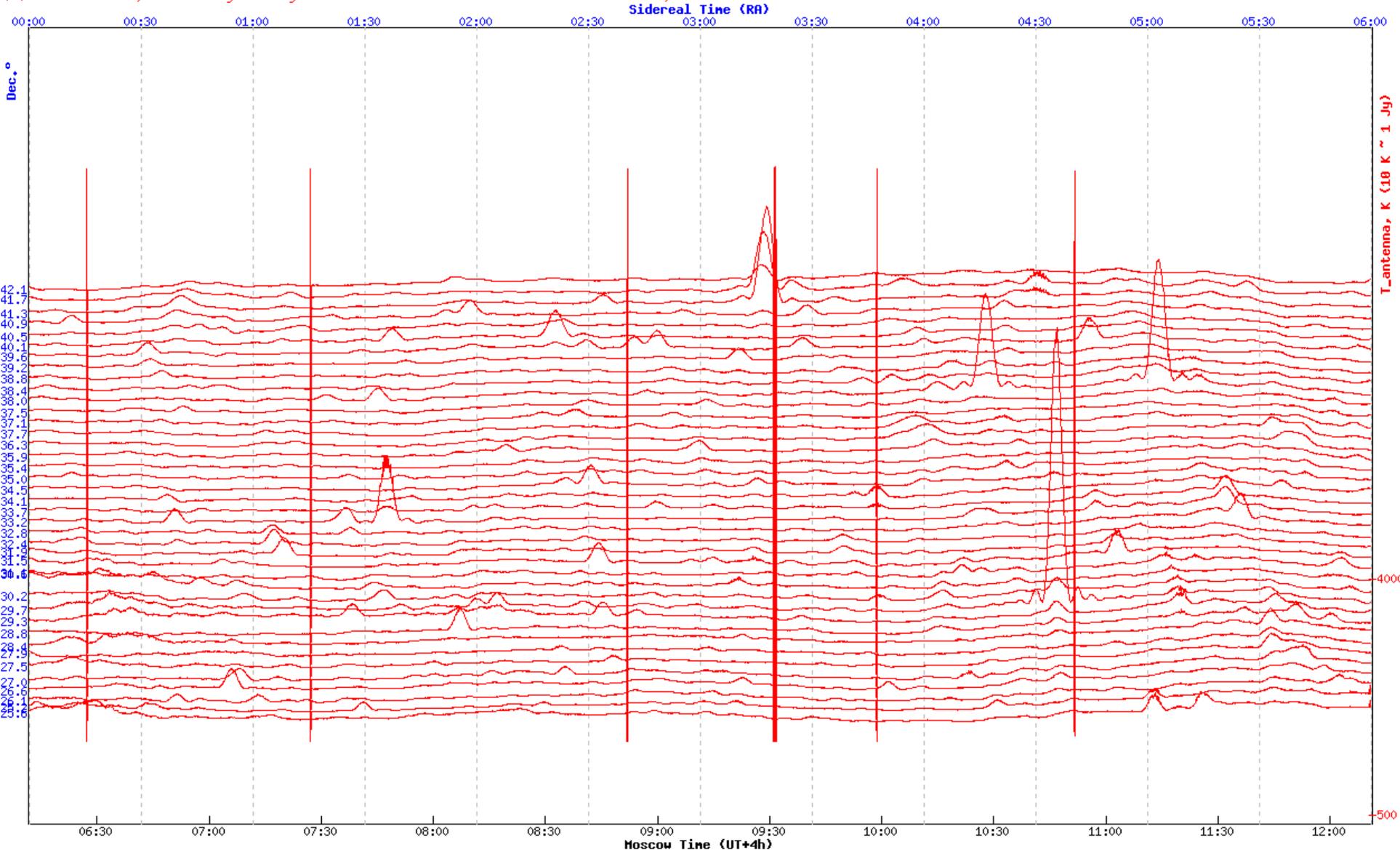
Time range is 21600 in RA sec. Start RA - 00:00 ; Start T_msc (UT+4h): 2012-07-11 06:11:53; Start MJD: 56119.092

Внимание! Всего в базе данных существует (на январь 2014) 15 сортов данных. Здесь – среднее медианное для 1-й полосы частот для каждого 5 секундного интервала.

БСА-3, разновидности данных:

2 тип данных: 2-я полоса – 109.62 МГц

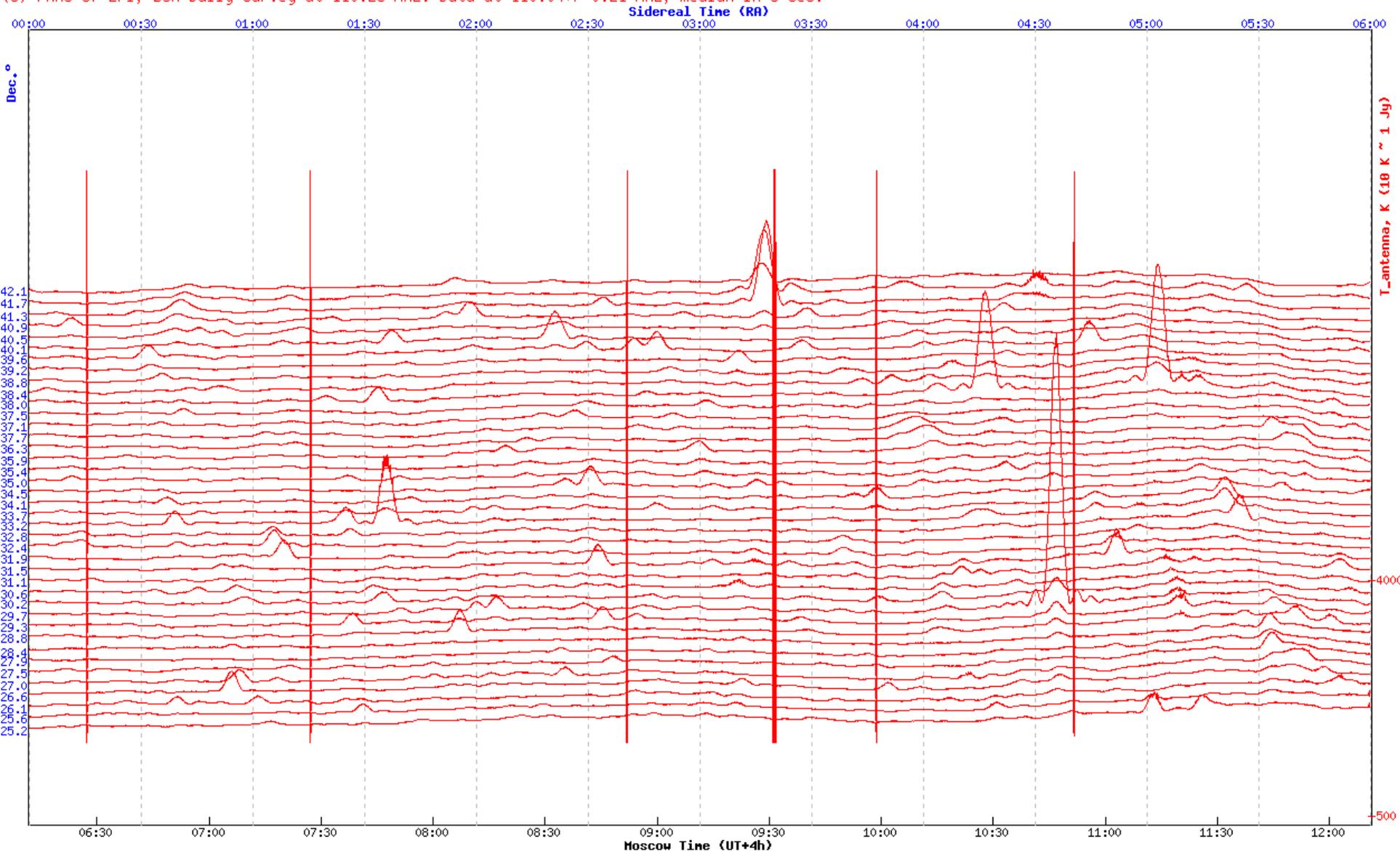
(C) PRAD of LPI, BSA Daily Survey at 110.25 MHz. Data at 109.62±0.21 MHz, median in 5 sec.



Time range is 21600 in RA sec. Start RA - 00:00 ; Start T_msc (UT+4h): 2012-07-11 06:11:53; Start MJD: 56119.892

Внимание! Всего в базе данных существует (на январь 2014) 15 сортов данных. Здесь – среднее медианное для 1-й полосы частот для каждого 5 секундного интервала.

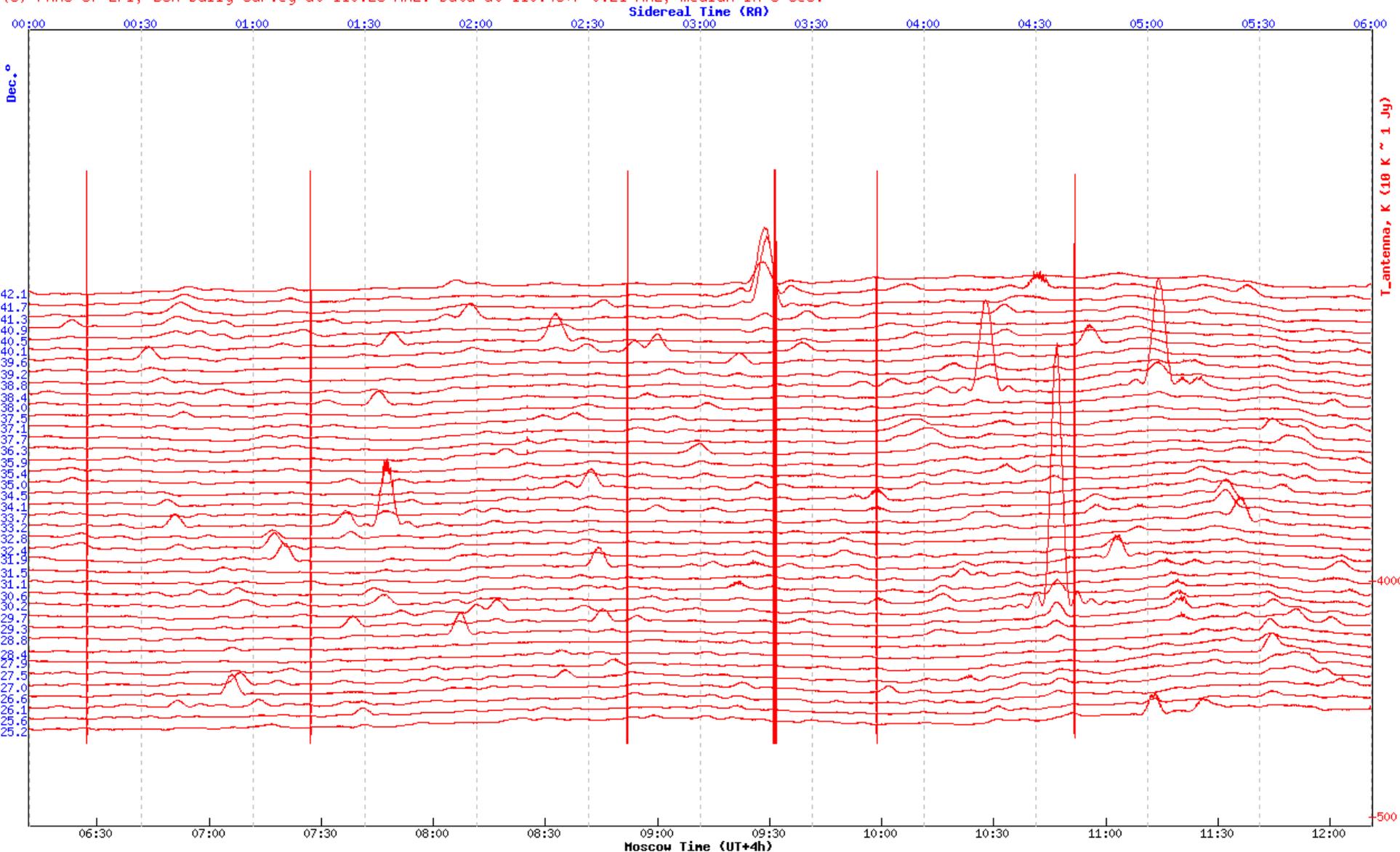
(C) PRAD of LPI, BSA Daily Survey at 110.25 MHz. Data at 110.04±0.21 MHz, median in 5 sec.



Time range is 21600 in RA sec. Start RA - 00:00 ; Start T_msc (UT+4h): 2012-07-11 06:11:53; Start MJD: 56119.092

Внимание! Всего в базе данных существует (на январь 2014) 15 сортов данных. Здесь – среднее медианное для 3-й полосы частот для каждого 5 секундного интервала.

(C) PRAD of LPI, BSA Daily Survey at 110.25 MHz. Data at 110.45±0.21 MHz, median in 5 sec.



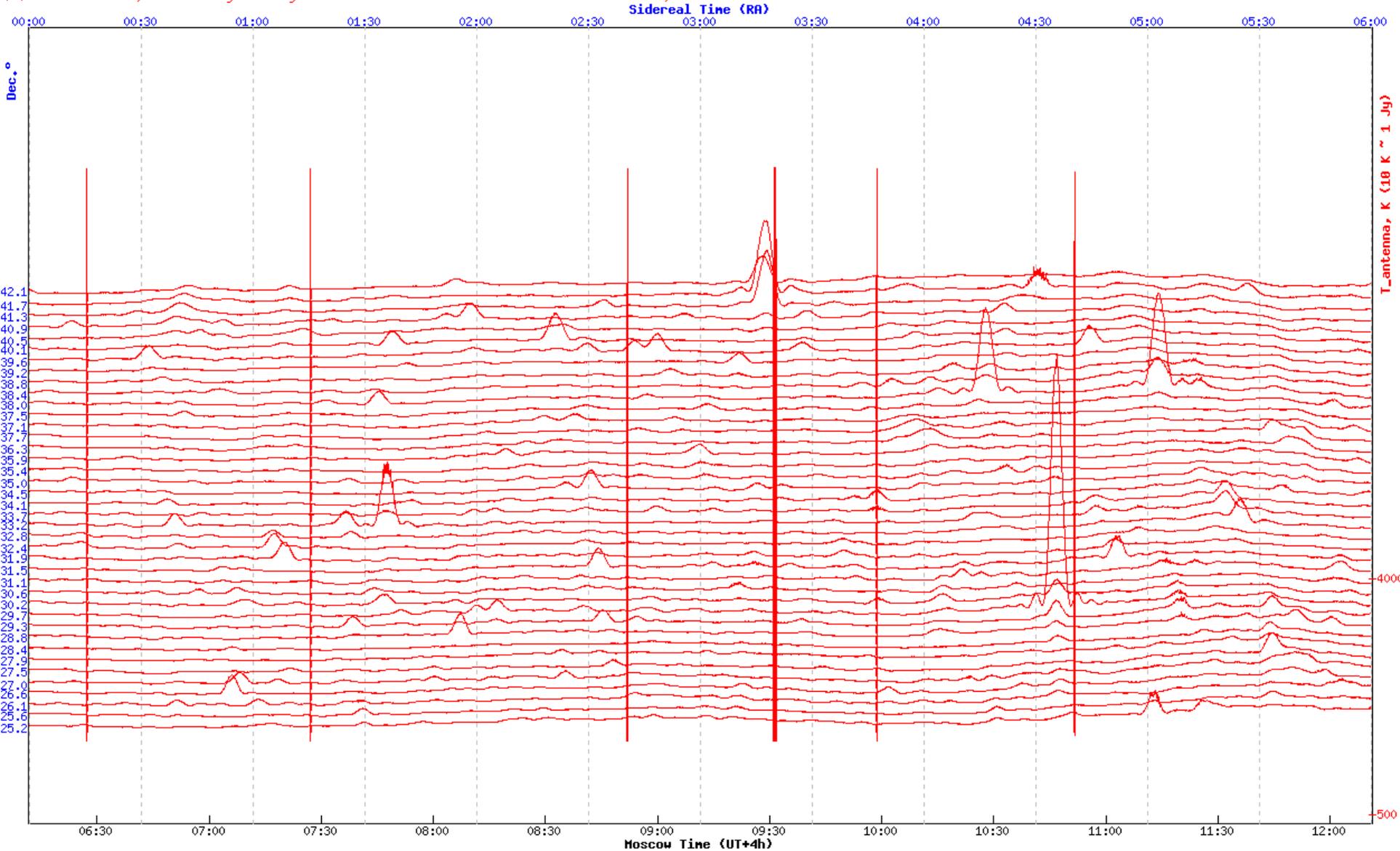
Time range is 21600 in RA sec. Start RA - 00:00 ; Start T_msc (UT+4h): 2012-07-11 06:11:53; Start MJD: 56119.892

Внимание! Всего в базе данных существует (на январь 2014) 15 сортов данных. Здесь – среднее медианное для 4-й полосы частот для каждого 5 секундного интервала.

BSA-3, разновидности данных:

5 тип данных: 5-я полоса – 110.87 МГц

(C) PRAD of LPI, BSA Daily Survey at 110.25 MHz. Data at 110.87±0.21 MHz, median in 5 sec.



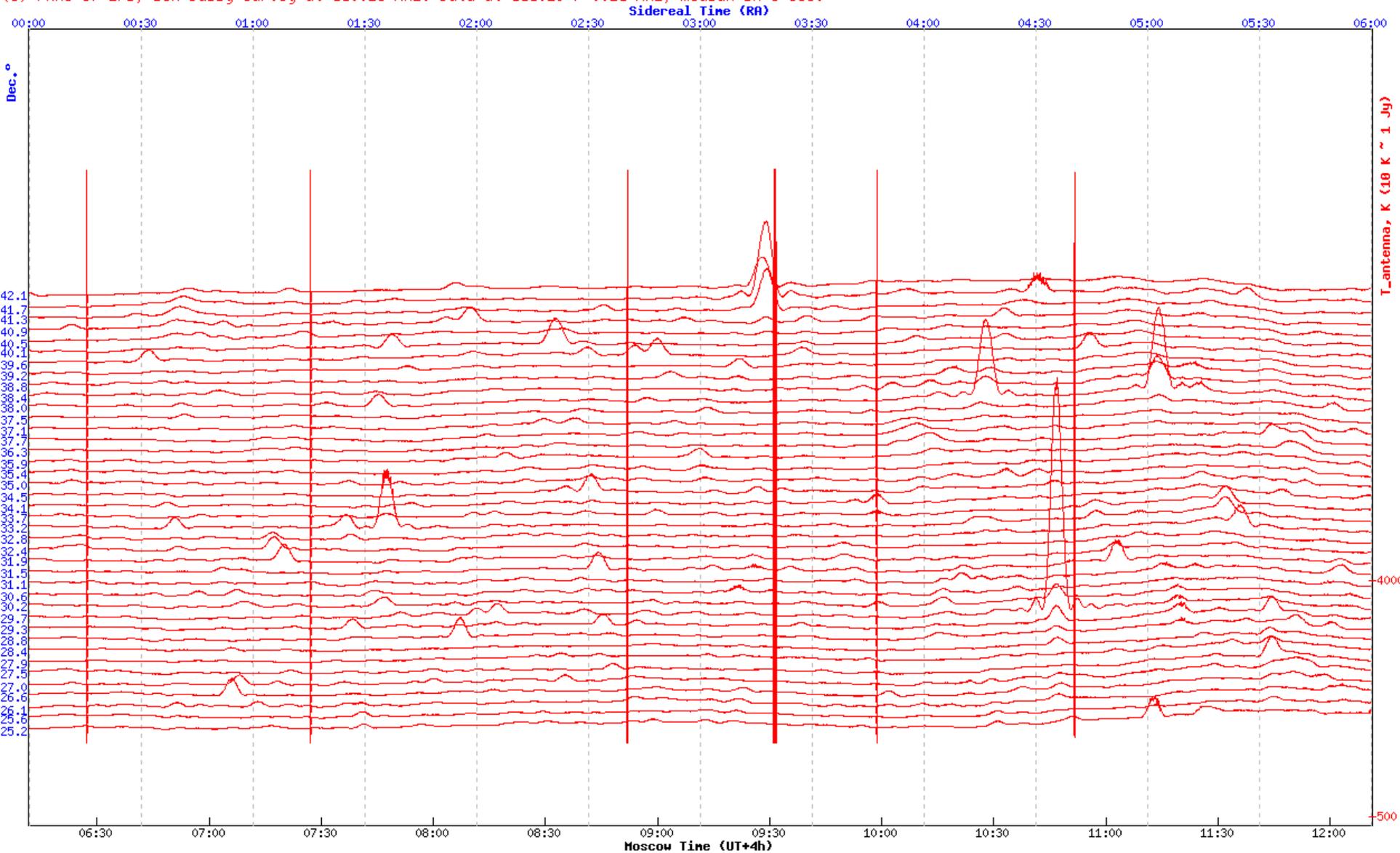
Time range is 21600 in RA sec. Start RA - 00:00 ; Start T_msc (UT+4h): 2012-07-11 06:11:53; Start MJD: 56119.892

Внимание! Всего в базе данных существует (на январь 2014) 15 сортов данных. Здесь – среднее медианное для 5-й полосы частот для каждого 5 секундного интервала.

БСА-3, разновидности данных:

6 тип данных: 6-я полоса – 111.29 МГц

(C) PRAD of LPI, BSA Daily Survey at 110.25 MHz. Data at 111.29+/-0.21 MHz, median in 5 sec.



Time range is 21600 in RA sec. Start RA - 00:00 ; Start T_msc (UT+4h): 2012-07-11 06:11:53; Start MJD: 56119.892

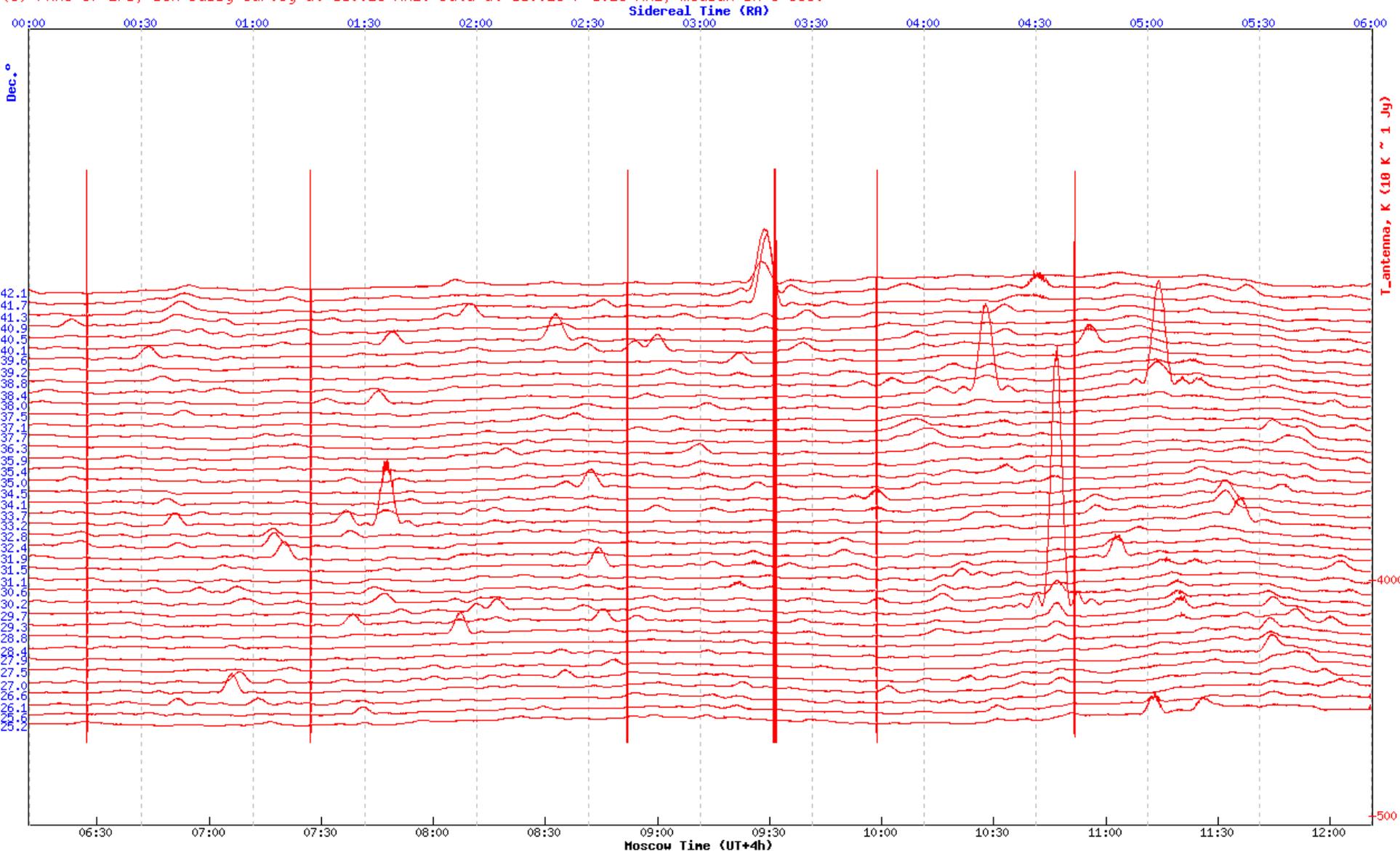
Внимание! Всего в базе данных существует (на январь 2014) 15 сортов данных. Здесь – среднее медианное для 5-й полосы частот для каждого 5 секундного интервала.

БСА-3, разновидности данных:

7 тип данных: общая полоса → 109.0 – 111.5 МГц.

Далее – все рассчитывается только для общей полосы.

(C) PRAD of LPI, BSA Daily Survey at 110.25 MHz. Data at 110.25±1.25 MHz, median in 5 sec.

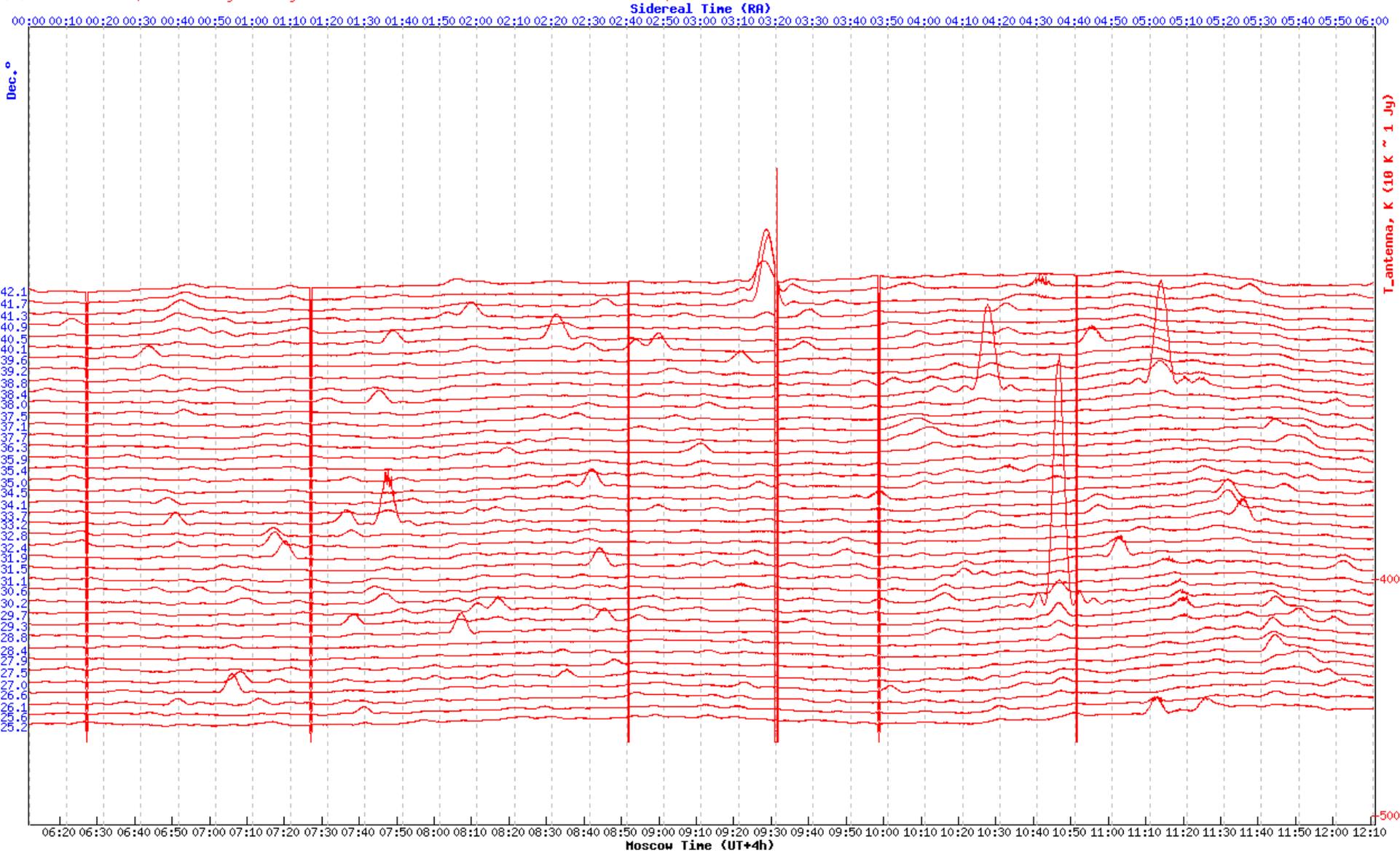


Time range is 21600 in RA sec. Start RA - 00:00 ; Start T_msc (UT+4h): 2012-07-11 06:11:53; Start MJD: 56119.892

Внимание! Всего в базе данных существует (на январь 2014) 15 сортов данных. Здесь – среднее медианное для всей полосы частот для каждого 5 секундного интервала.

BSA-3, разновидности данных: 8-й тип данных: общая полоса, минимальное на 5 сек.

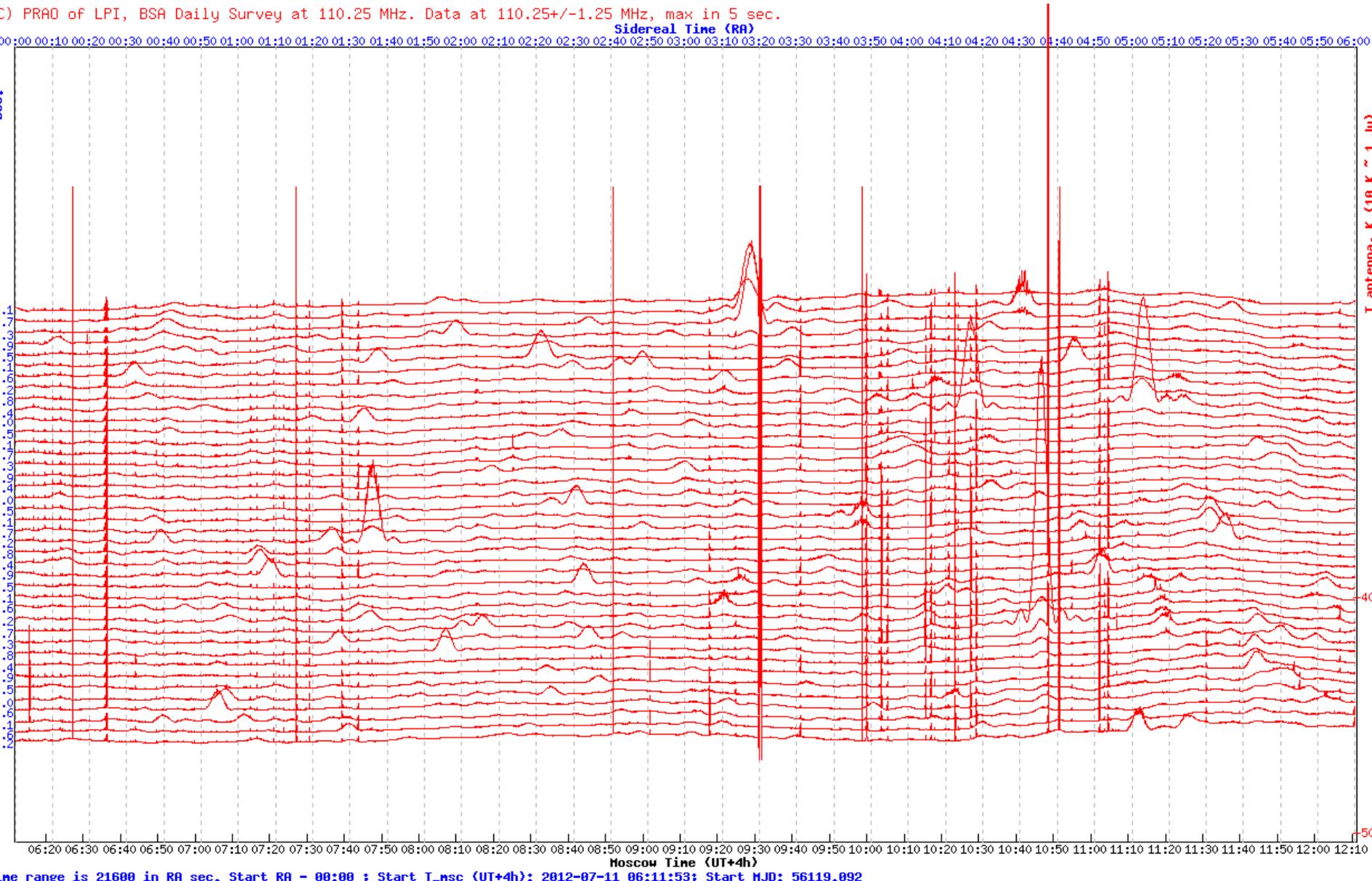
(C) PRAD of LPI, BSA Daily Survey at 110.25 MHz. Data at 110.25+/-1.25 MHz, min in 5 sec.



Time range is 21600 in RA sec. Start RA - 00:00 ; Start T_msc (UT+4h): 2012-07-11 06:11:53; Start MJD: 56119.892

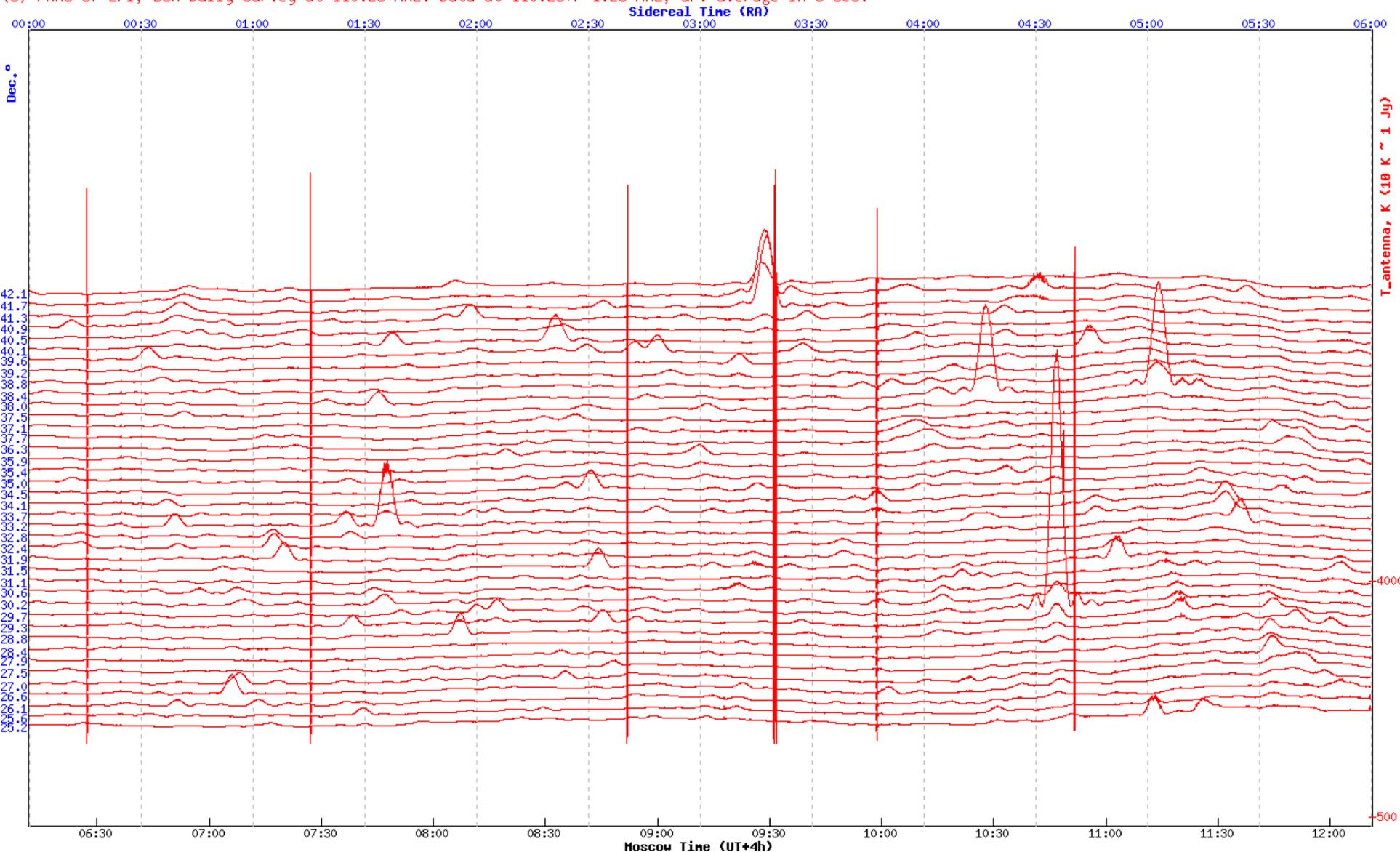
Внимание! Всего в базе данных существует (на январь 2014) 15 сортов данных. Здесь – минимальное для всей полосы частот для каждого 5 секундного интервала.

БСА-3, разновидности данных: 9-й тип данных: общая полоса, максимальное на 5 сек.



БСА-3, разновидности данных: 10-й тип данных: общая полоса, среднее арифметическое (после отброса крайних значений) на 5 секундах.

(C) PRAD of LPI, BSA Daily Survey at 110.25 MHz. Data at 110.25+/-1.25 MHz, ar. average in 5 sec.

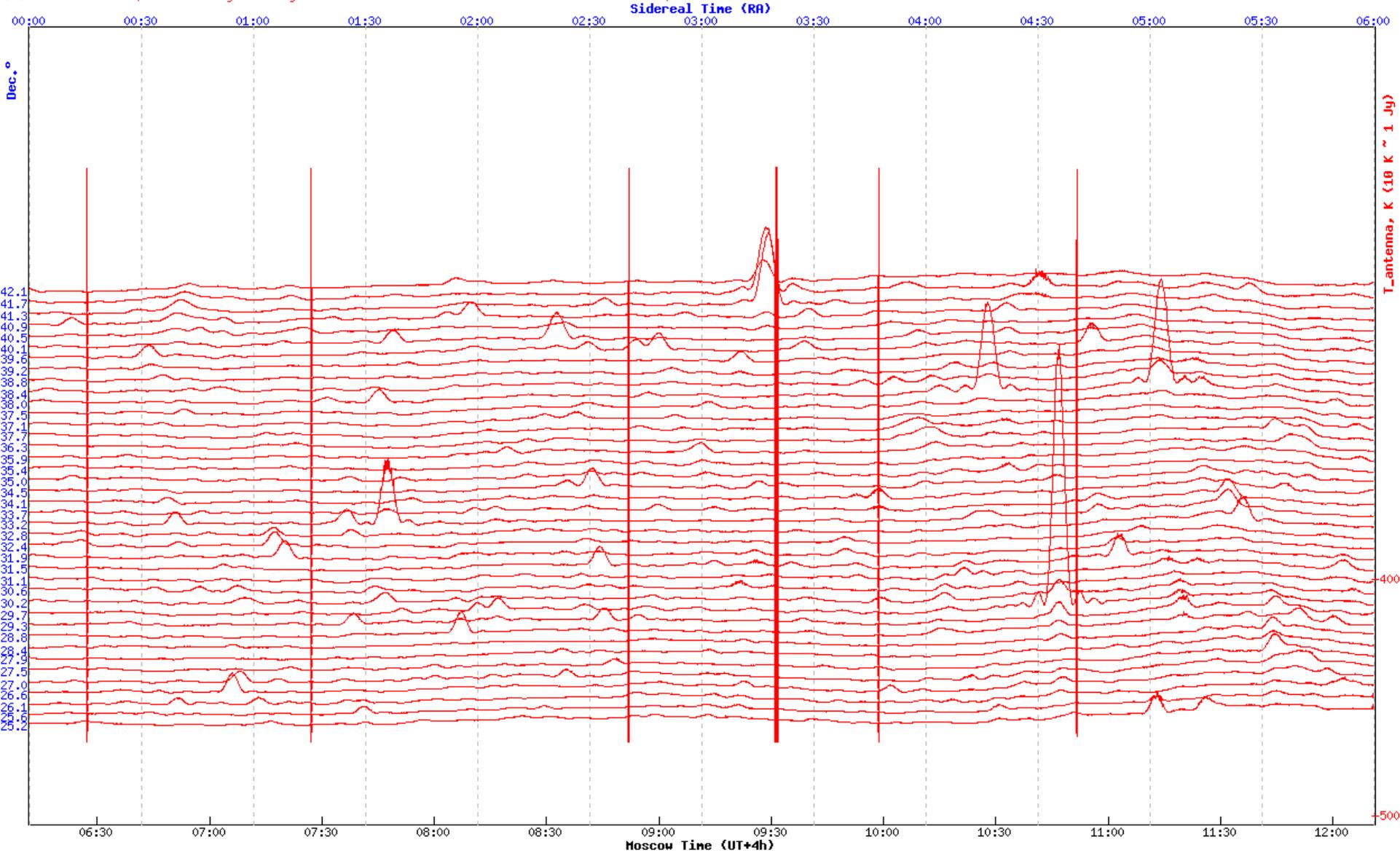


Time range is 21600 in RA sec. Start RA - 00:00 ; Start T_msc (UT+4h): 2012-07-11 06:11:53; Start MJD: 56119.892

Внимание! Всего в базе данных существует (на январь 2014) 15 сортов данных. Здесь – среднее арифметическое (после отброса крайних значений) для всей полосы частот для каждого 5 секундного интервала.

ПОВТОР для сравнения: 7 тип данных: общая полоса, медианное → 109.0 – 111.5 МГц.

(C) PRAD of LPI, BSA Daily Survey at 110.25 MHz. Data at 110.25±1.25 MHz, median in 5 sec.

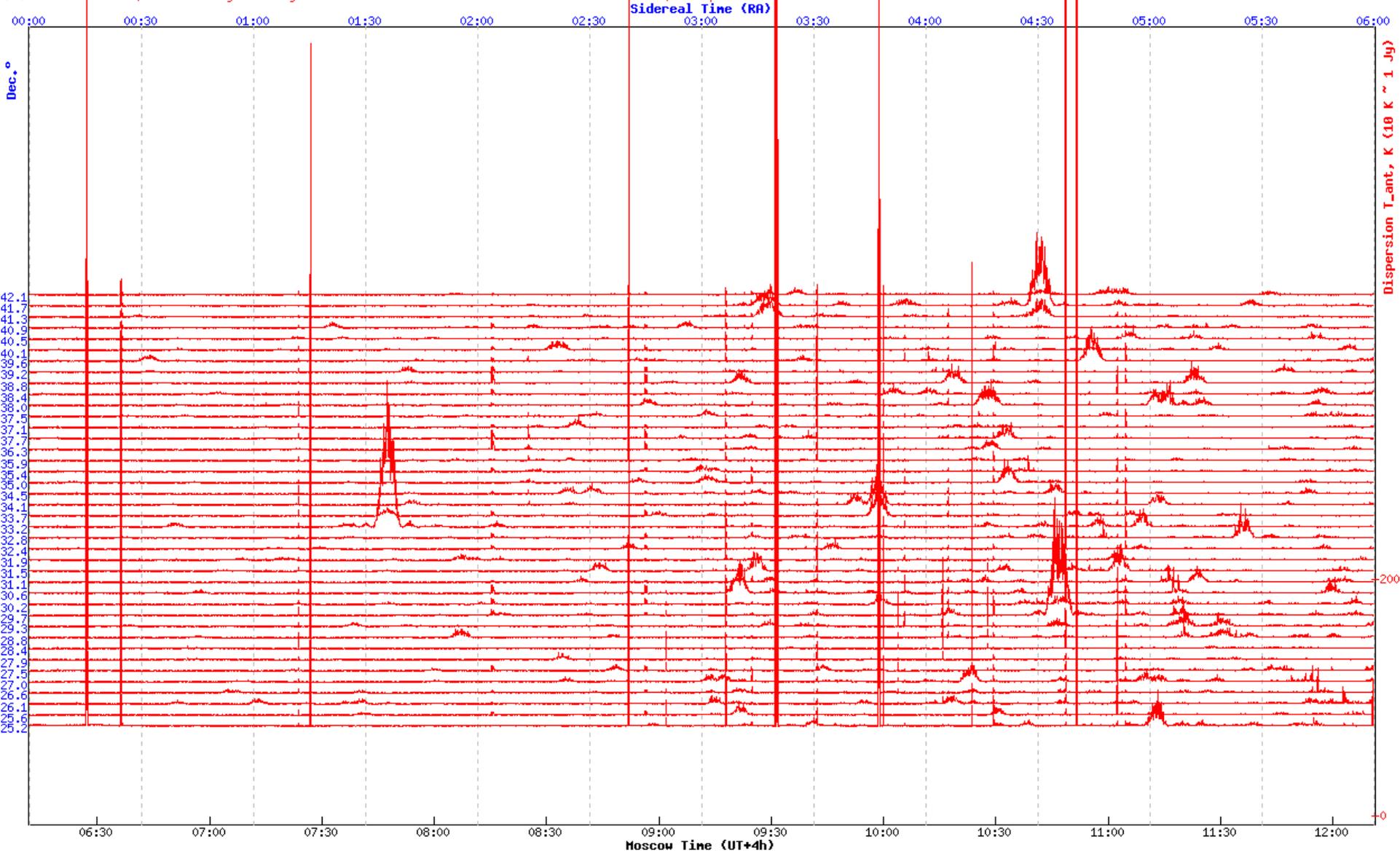


Time range is 21600 in RA sec. Start RA - 00:00 ; Start T_msc (UT+4h): 2012-07-11 06:11:53; Start MJD: 56119.892

Внимание! Всего в базе данных существует (на январь 2014) 15 сортов данных. Здесь – среднее медианное для всей полосы частот для каждого 5 секундного интервала.

БСА-3, разновидности данных: 11-й тип данных: общая полоса, средняя дисперсия (после отброса крайних значений) на 5 секундах.

(C) PRAD of LPI, BSA Daily Survey at 110.25 MHz. Data at 110.25+/-1.25 MHz, dispers. in 5 sec.

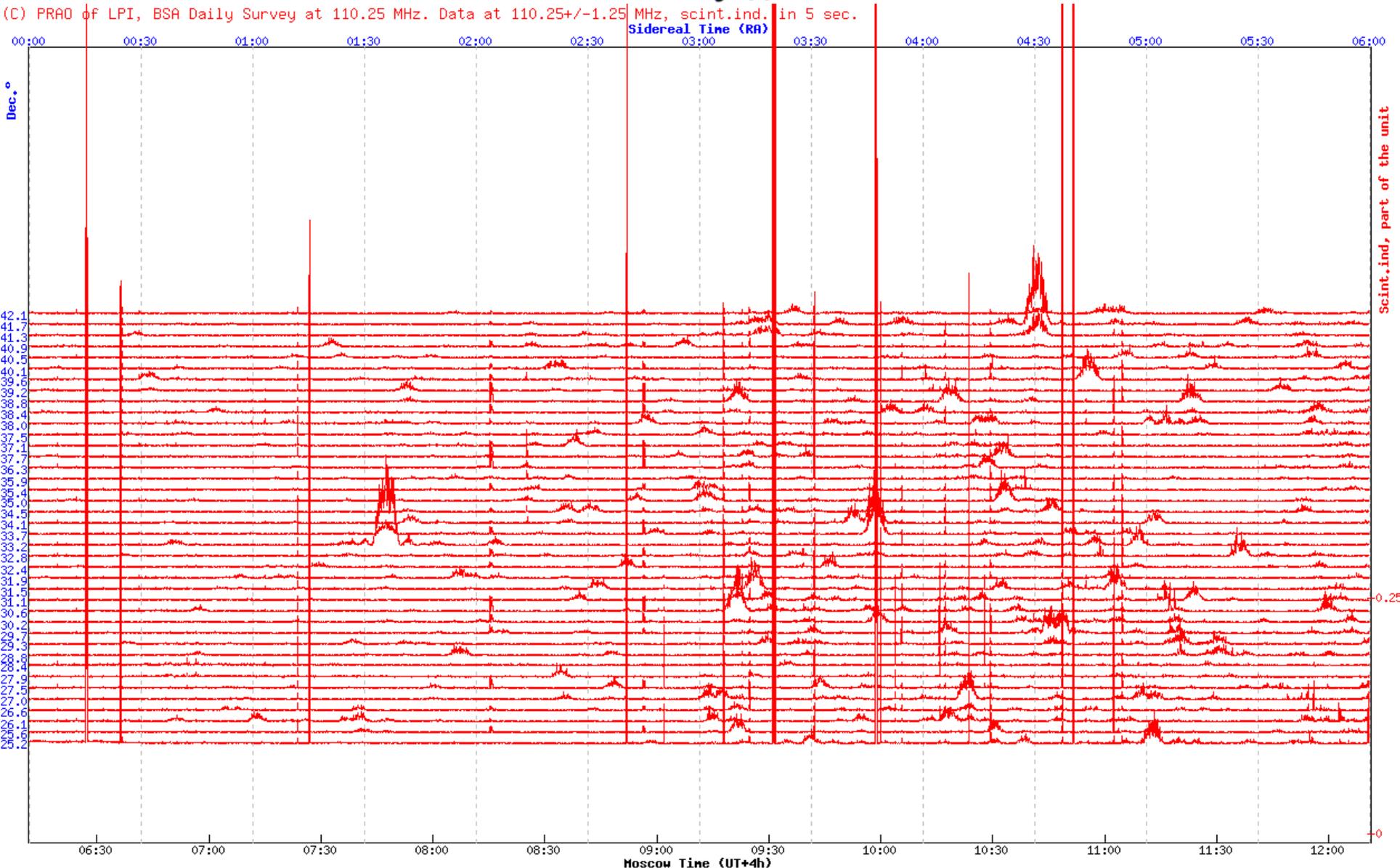


Time range is 21600 in RA sec. Start RA - 00:00 ; Start T_msc (UT+4h): 2012-07-11 06:11:53; Start MJD: 56119.892

Внимание! Всего в базе данных существует (на январь 2014) 15 сортов данных. Здесь – средняя дисперсия (после отброса крайних значений) для всей полосы частот для каждого 5 секундного интервала.

БСА-3, разновидности данных: 12-й тип данных: общая полоса, индекс мерцаний на 5 секундах.

(C) PRAD of LPI, BSA Daily Survey at 110.25 MHz. Data at 110.25+/-1.25 MHz, scint.ind. in 5 sec.

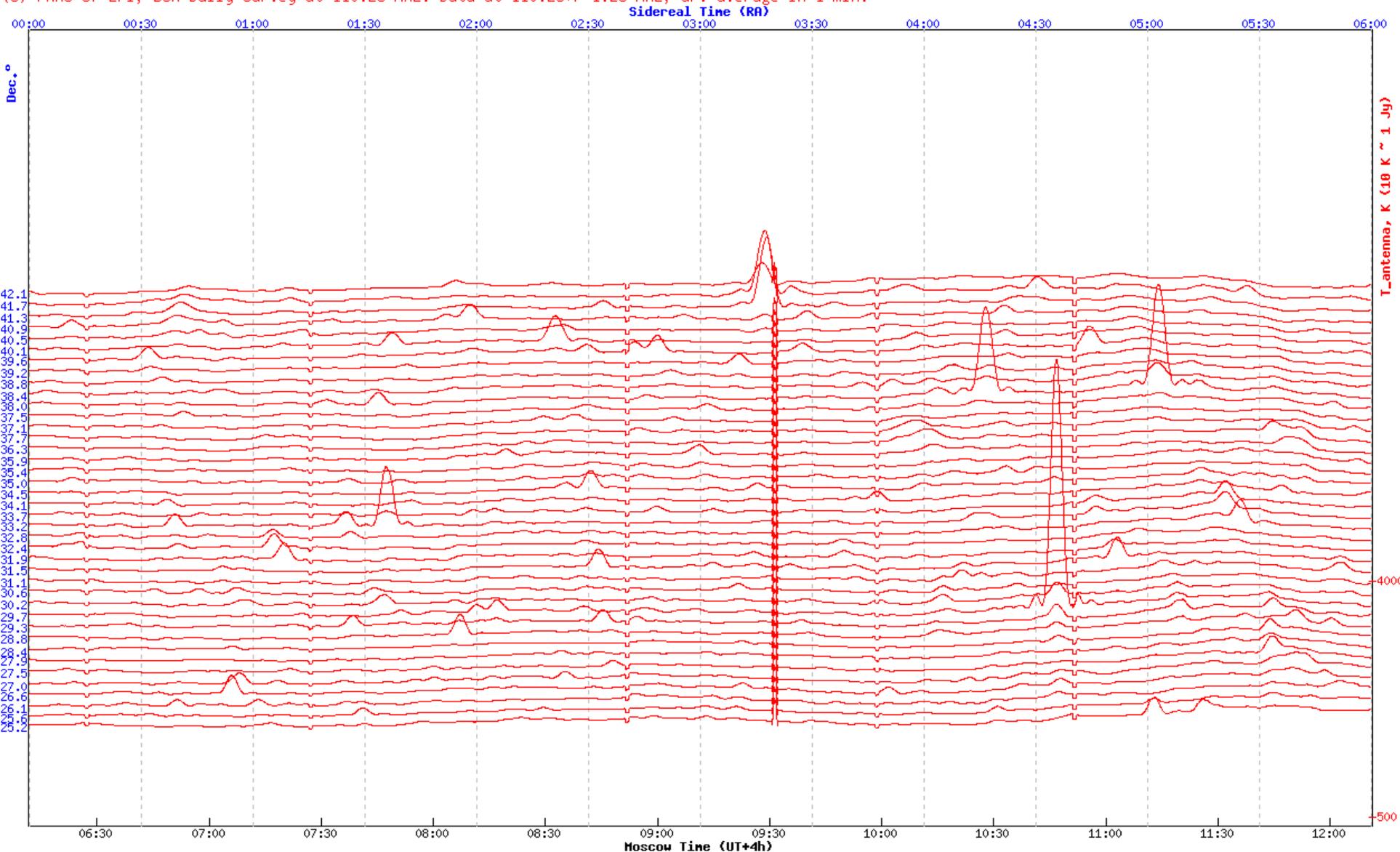


Time range is 21600 in RA sec. Start RA - 00:00 ; Start T_msc (UT+4h): 2012-07-11 06:11:53; Start MJD: 56119.892

Внимание! Всего в базе данных существует (на январь 2014) 15 сортов данных. Здесь – индекс мерцаний (из дисперсии и среднего арифметического) для всей полосы частот для каждого 5 секундного интервала.

БСА-3, разновидности данных: 13-й тип данных: общая полоса, среднее арифметическое (после отброса крайних) на 1 минуте.

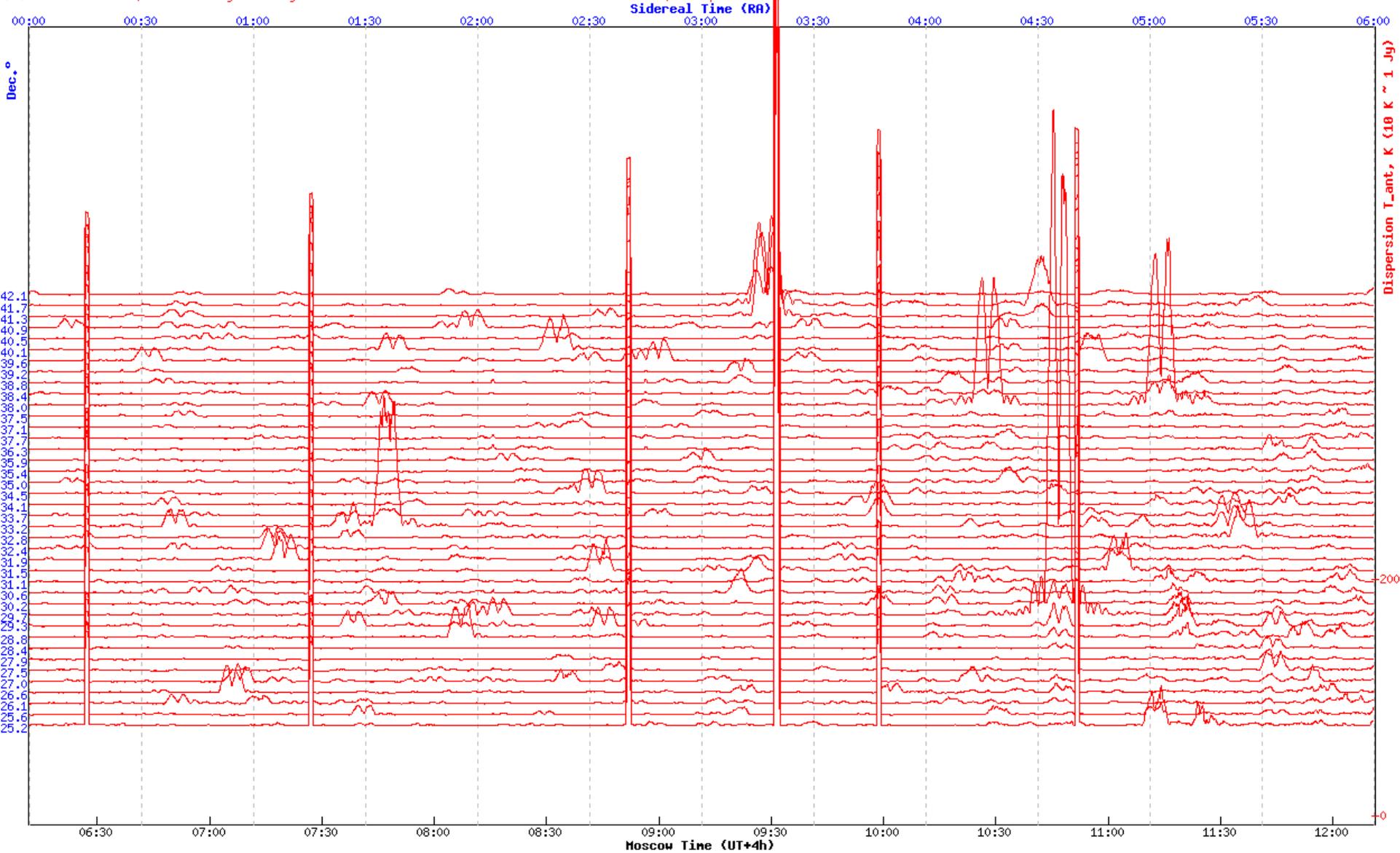
(C) PRAD of LPI, BSA Daily Survey at 110.25 MHz. Data at 110.25 \pm 1.25 MHz, ar. average in 1 min.



Внимание! Всего в базе данных существует (на январь 2014) 15 сортов данных. Здесь – среднее арифметическое (после отброса крайних значений) для всей полосы частот для каждого 5 секундного интервала – **определяется по 1 минуте.**

БСА-3, разновидности данных: 14-й тип данных: общая полоса, средняя дисперсия (после отброса крайних) на 1 минуте.

(C) PRAD of LPI, BSA Daily Survey at 110.25 MHz. Data at 110.25+/-1.25 MHz, dispers. i 1 min.

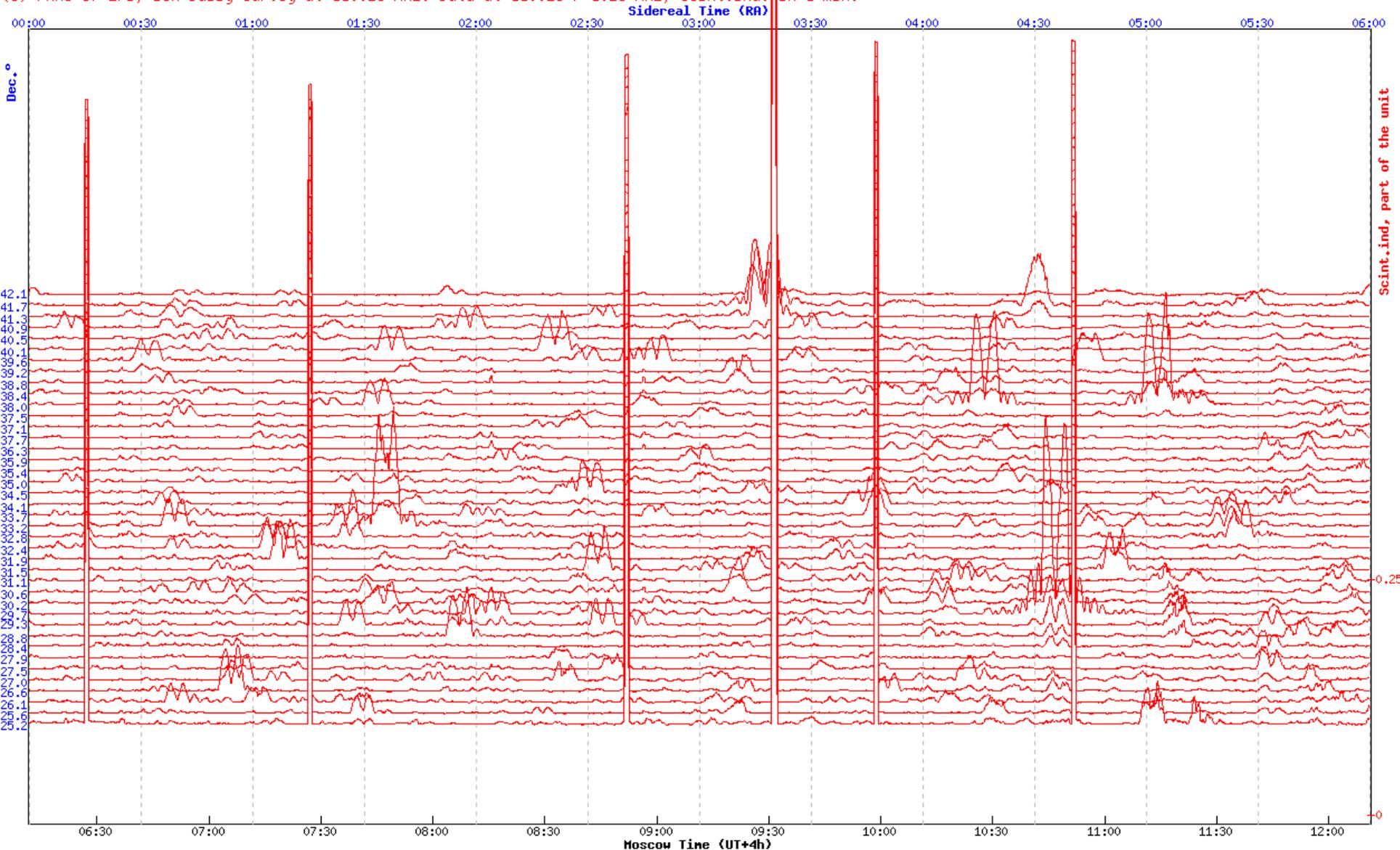


Time range is 21600 in RA sec. Start RA - 00:00 ; Start T_msc (UT+4h): 2012-07-11 06:11:53; Start MJD: 56119.892

Внимание! Всего в базе данных существует (на январь 2014) 15 сортов данных. Здесь – средняя дисперсия (после отброса крайних значений) для всей полосы частот для каждого 5 секундного интервала: рассчитанное по 1 минуте данных.

БСА-3, разновидности данных: 15-й тип данных: общая полоса, индекс мерцаний на 1 минуте.

(C) PRAD of LPI, BSA Daily Survey at 110.25 MHz. Data at 110.25 \pm 1.25 MHz, scint.ind. in 1 min.



Line range is 21600 in RA sec. Start RA - 00:00 ; Start T_msc (UT+4h): 2012-07-11 06:11:53; Start MJD: 56119.892

Внимание! Всего в базе данных существует (на январь 2014) 15 сортов данных. Здесь – индекс мерцаний (из дисперсии и среднего арифметического) для всей полосы частот для каждого 5 секундного интервала – по минуте времени.

Различные проблемы данных

Найденные проблемы данных (приведенная статистика – на основе лишь беглого визуального анализа всех данных по Virgo A ± полчаса):

- **Проблемы калибровки:** иногда происходит автоматическое ложное захватывание якобы калибровочных сигналов (в местах импульсных помех), из-за чего отрисовывается ложная плохая картинка. Легко исправимо визуальным просмотром ленты данных и отбраковкой неверно определенных калибровочных сигналов.
- Иногда возникают помехи, их источник – пока неясен. Для Девы А испорчено 4-5% данных, но местами доходит ориентировочно до 10-15% данных за сутки
- Неустойчивость сигнала в отдельных каналах: местами, фрагменты данных на отдельных каналах. Ориентировочная картина потерь – 1 из 96 каналов половину времени (т.е. 1-3% данных) для единичных каналов.
- Проблема южной части данных: ниже склонения 0° начинаются сильные паразитные шумы данных, осложняемые скачками каналов. Испорчено до половины данных в этой зоне! Для района Дева А ($\delta=12^\circ$): 11.4 % .
- Развал диаграммы (сильные боковики «роняют» главный лепесток в 2-3 раза): ориентировочно в 10.9 % наблюдательного времени.
- Ионосферные помехи (присутствуют на одних из ориентировочно 3 суток, только ночью – примерно с 22 до 5 утра), для района Дева А ($\delta=12^\circ$): 10.6% . Некритично.
- Импульсные помехи – от гроз (обычно летом, особенно много в июле) и техногенных причин. Доли процента, в грозу – всё, хотя отдельные типы данных - стабильны. В целом порядка 1% в год, не очень критично.

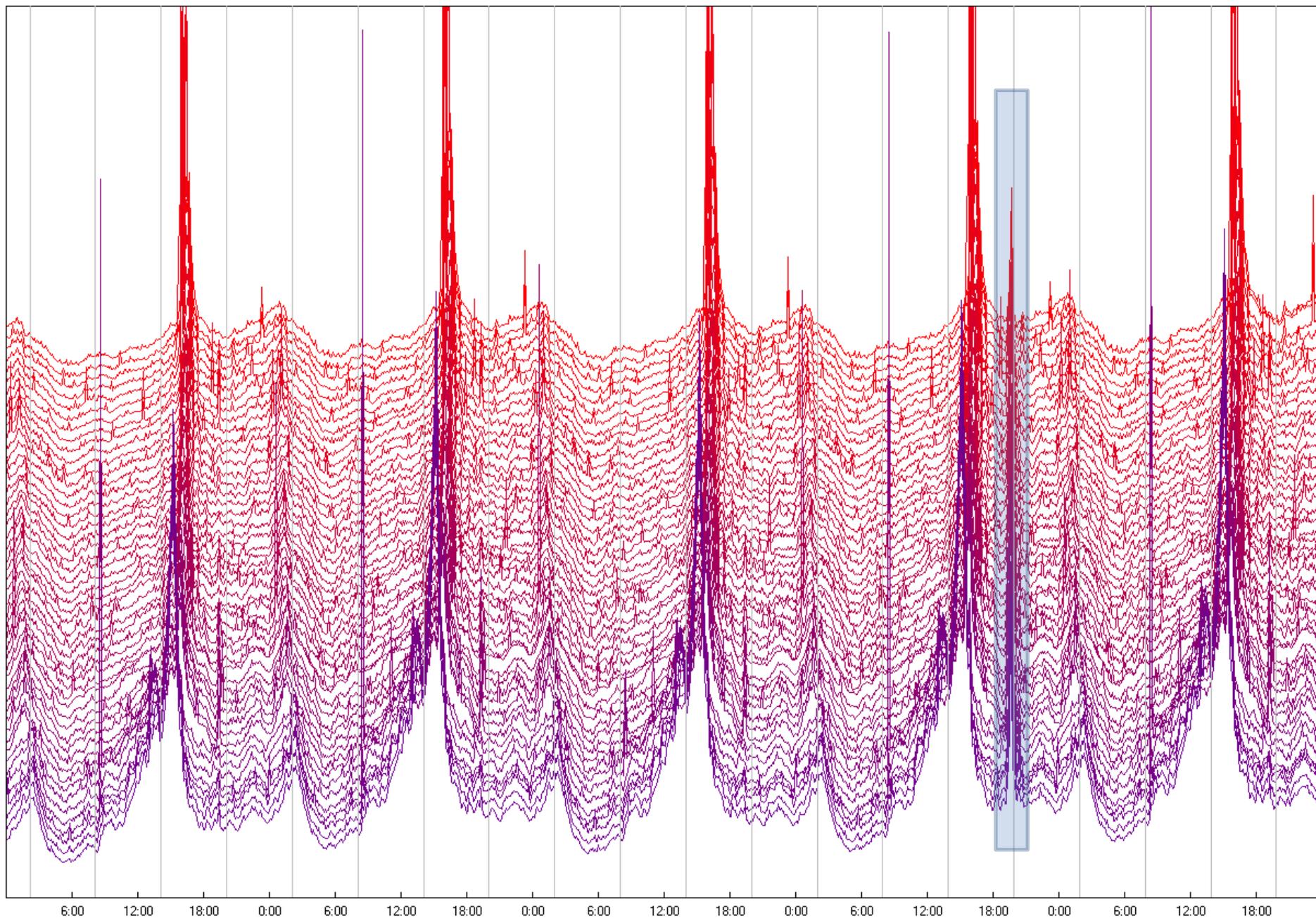
Итого: критично испорченных данных 20-25% и некритичное снижение качества еще для 10% данных. [данная оценка - ориентировочная]

Что мы видим на БСА, 5 суток данных. А что у нас в районе 14.12, в ~19-20 часов?

(C) PRAO LPI, Survey at 110.25 MHz, 11.12.2012-0:00:00 ... 15.12.2012-23:59:59 (T_Msc)

Star Time

6:00 12:00 18:00 0:00 6:00 12:00 18:00 0:00 6:00 12:00 18:00 0:00 6:00 12:00 18:00 0:00 6:00 12:00 18:00 0:00



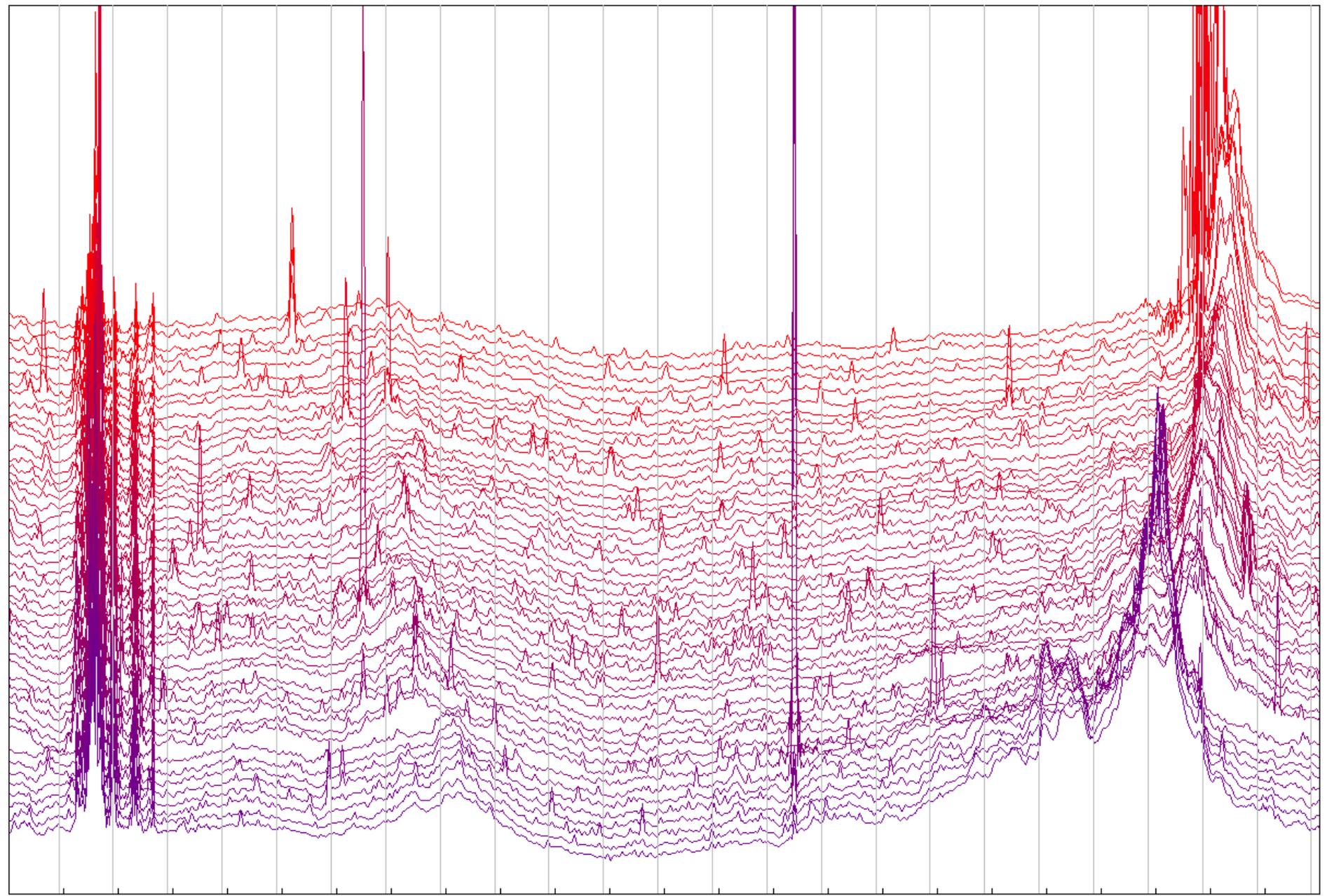
Moscow Time

В районе 14-го декабря, 19-21 час, помеха?

(C) PRAO LPI, Survey at 110.25 MHz, 14.12.2012-18:00:00 ... 15.12.2012-17:59:59 (T_Msc)

Star Time

23:00 0:00 1:00 2:00 3:00 4:00 5:00 6:00 7:00 8:00 9:00 10:00 11:00 12:00 13:00 14:00 15:00 16:00 17:00 18:00 19:00 20:00 21:00 22:00



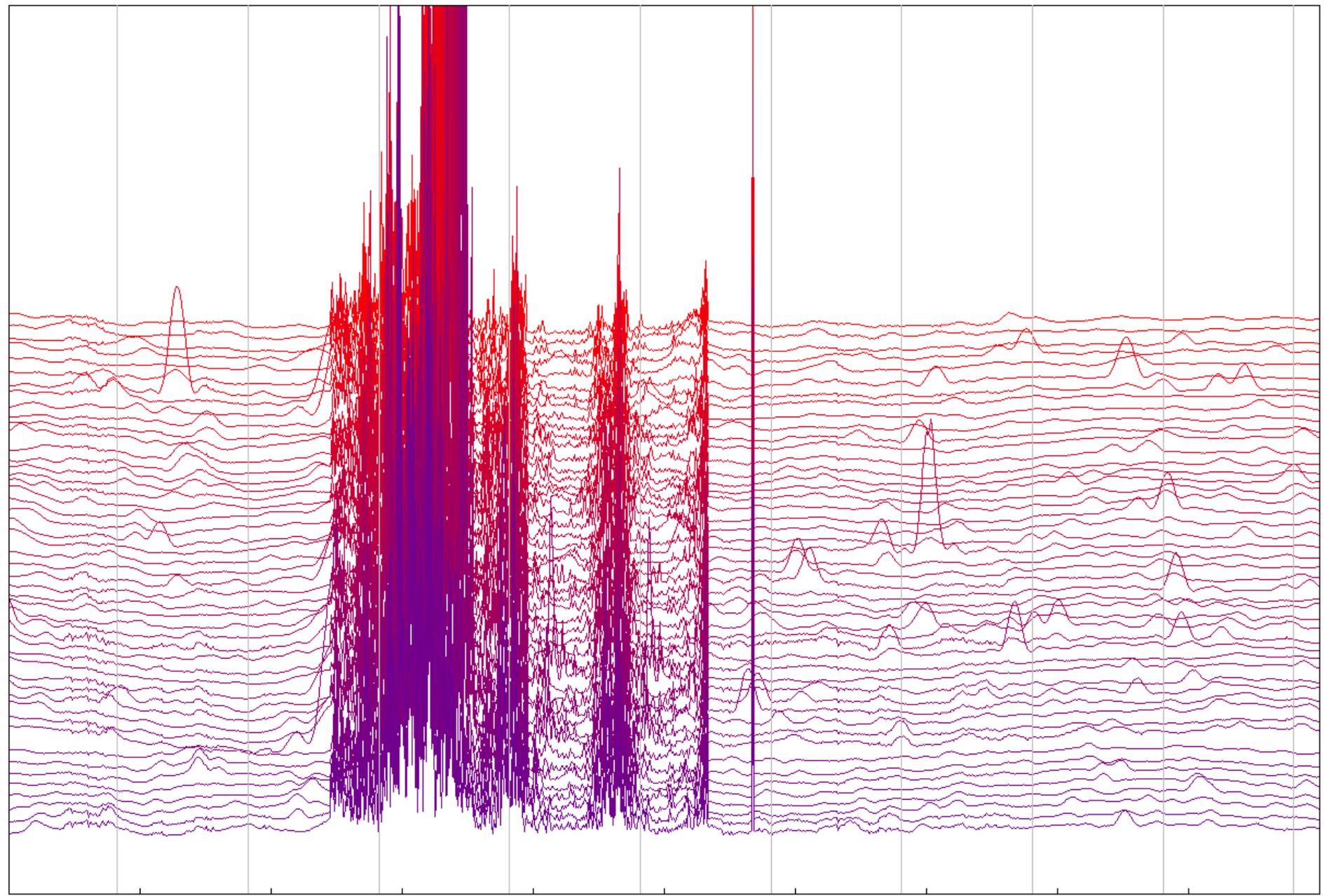
19:00 20:00 21:00 22:00 23:00 0:00 1:00 2:00 3:00 4:00 5:00 6:00 7:00 8:00 9:00 10:00 11:00 12:00 13:00 14:00 15:00 16:00 17:00

Moscow Time

В районе 14-го декабря, помеха :

Star Time

22:30 23:00 23:30 0:00 0:30 1:00 1:30 2:00 2:30 3:00

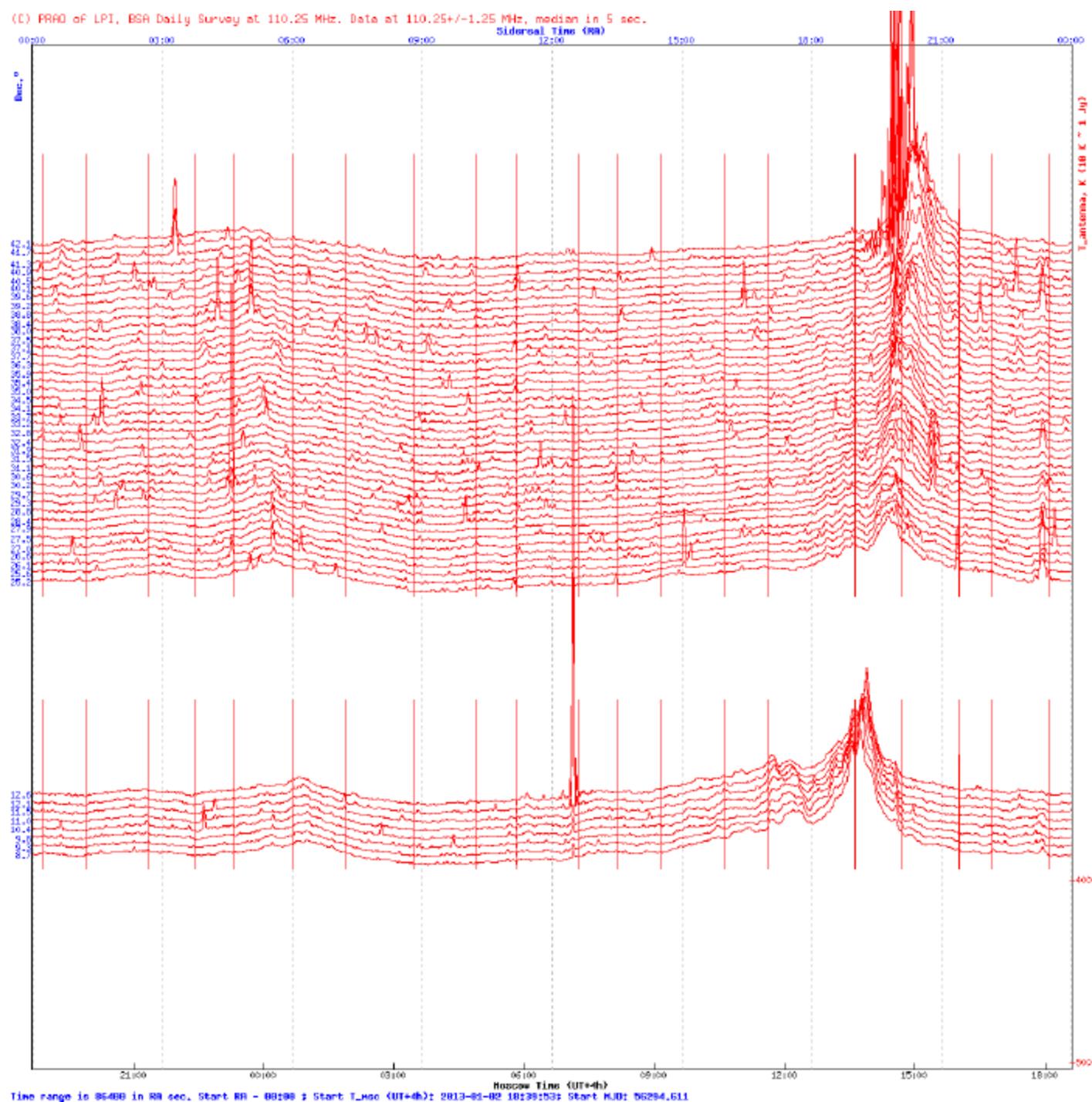


18:30 19:00 19:30 20:00 20:30 21:00 21:30 22:00 22:30

Moscow Time

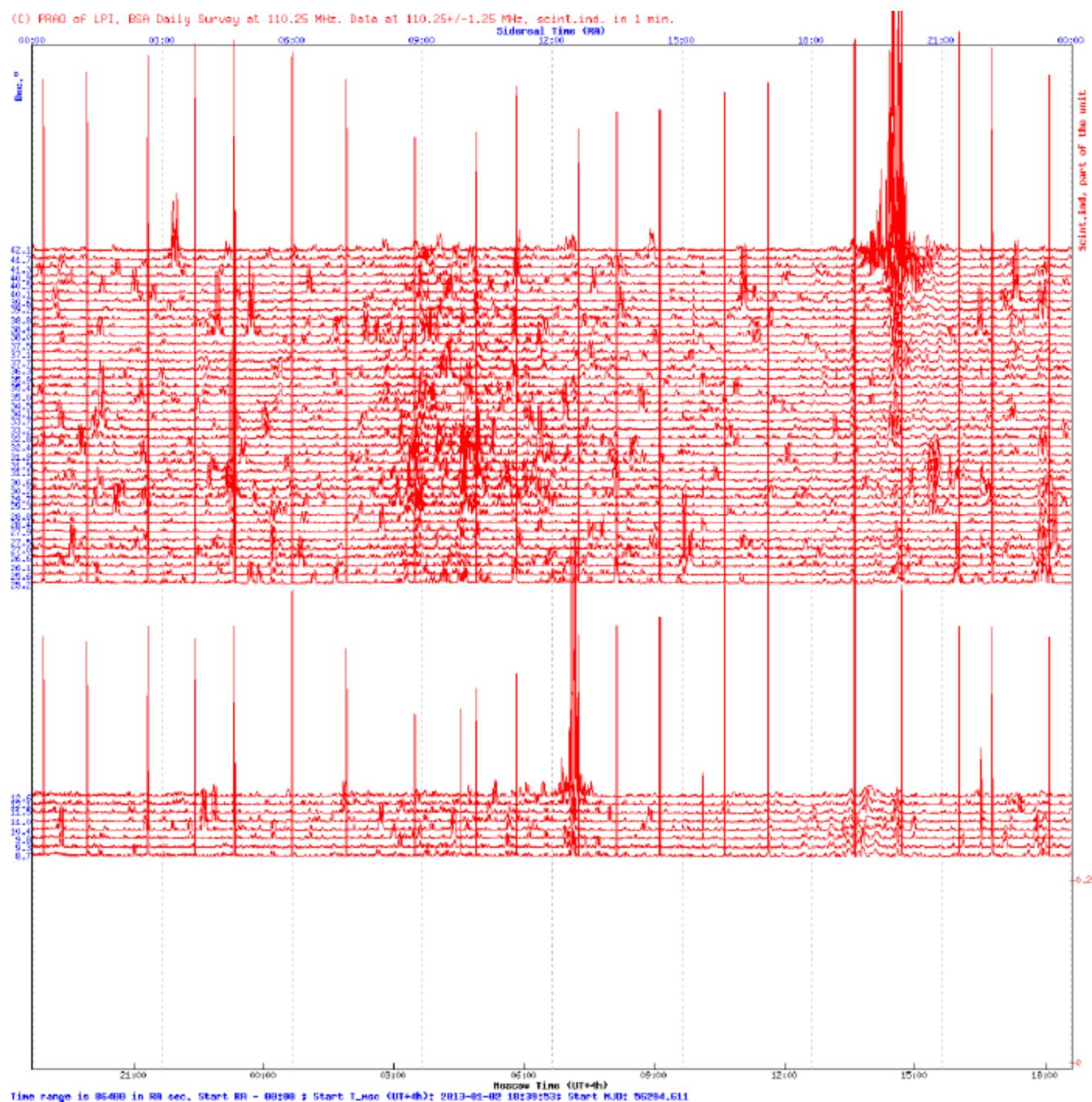
Примеры данных, анимация

Месяц данных для 48
лучей, январь 2013 г.



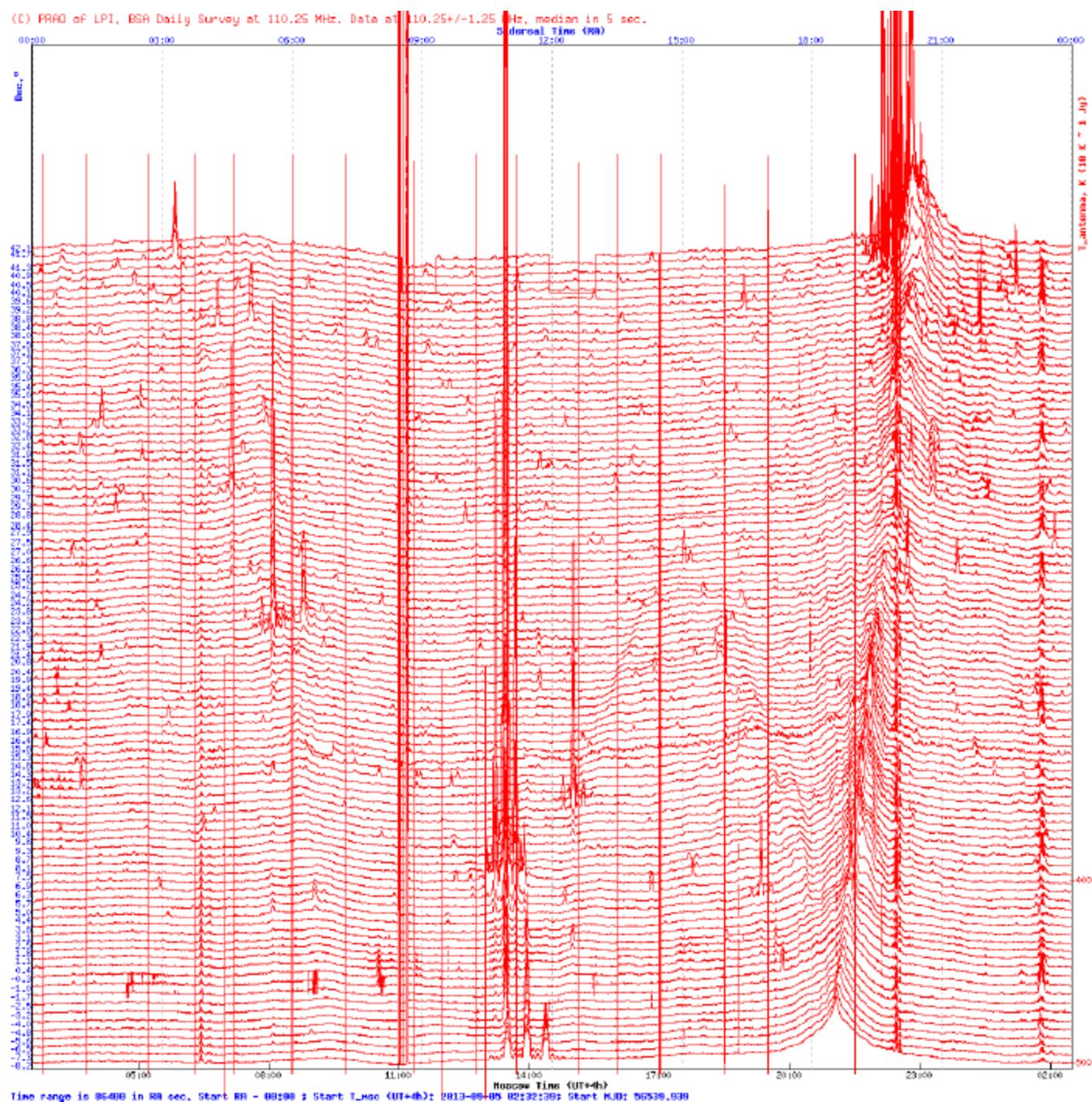
Примеры данных, анимация

Месяц данных для 48
лучей, январь 2013 г.:
поле индексов
мерцаний



Примеры данных, анимация

Месяц данных для 96
лучей, сентябрь 2013 г.
(вместе с Солнцем)

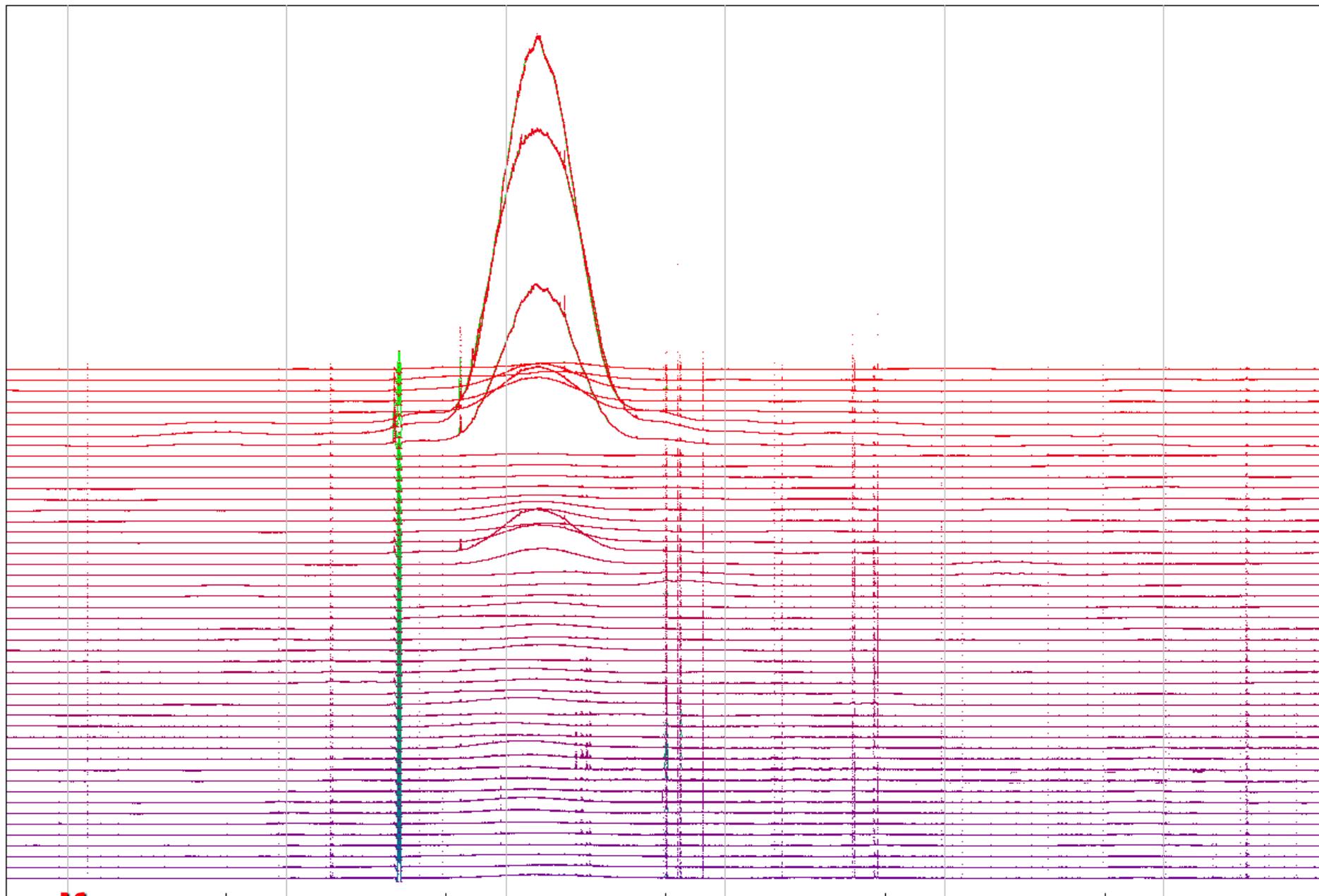


Список возможных научных задач.

- Космическая погода (определять индексы мерцаний, как они бегут по небу и т.п.) – данная задача уже решается группой Чашей ИВ., Шишов В.И., Орешко В.В. и другие.
- Составление каталога мерцающих источников из нашего обзора (порядка нескольких тыс. источников)
- Мониторинг изменений потоков сотен и тысяч источников
- Отслеживание состояния ионосферы
- Поиск пульсаров
- Поиск радиотранзиентов

- ...Другие задачи

3:30 3:40 3:50 4:00 4:10 4:20



Космическая погода

13:30 13:40 13:50
Moscow Time

3:40

3:50

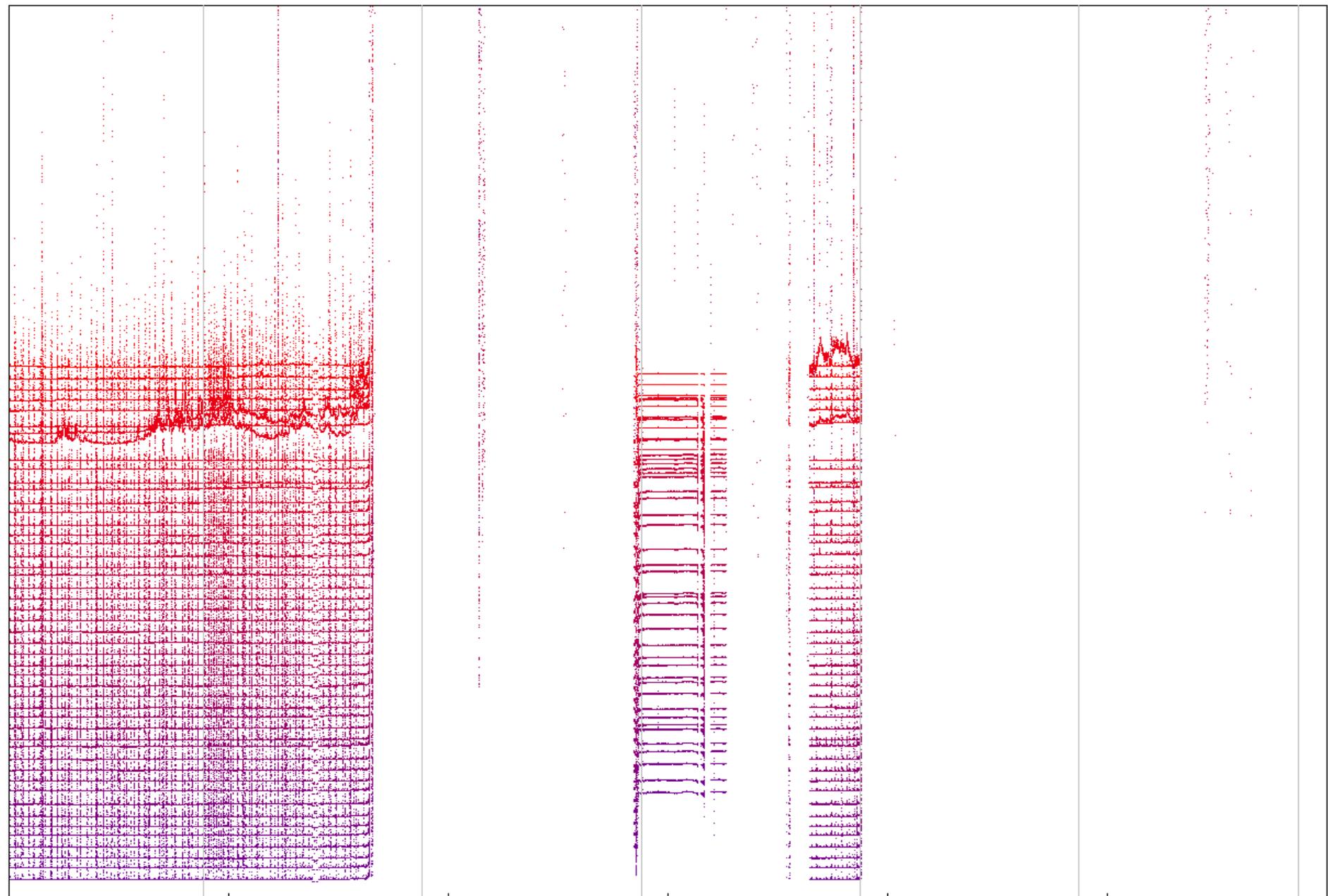
4:00

4:10

4:20

4:30

Start time



13:10

13:20

13:30

13:40

13:50

Moscow Time

3:40

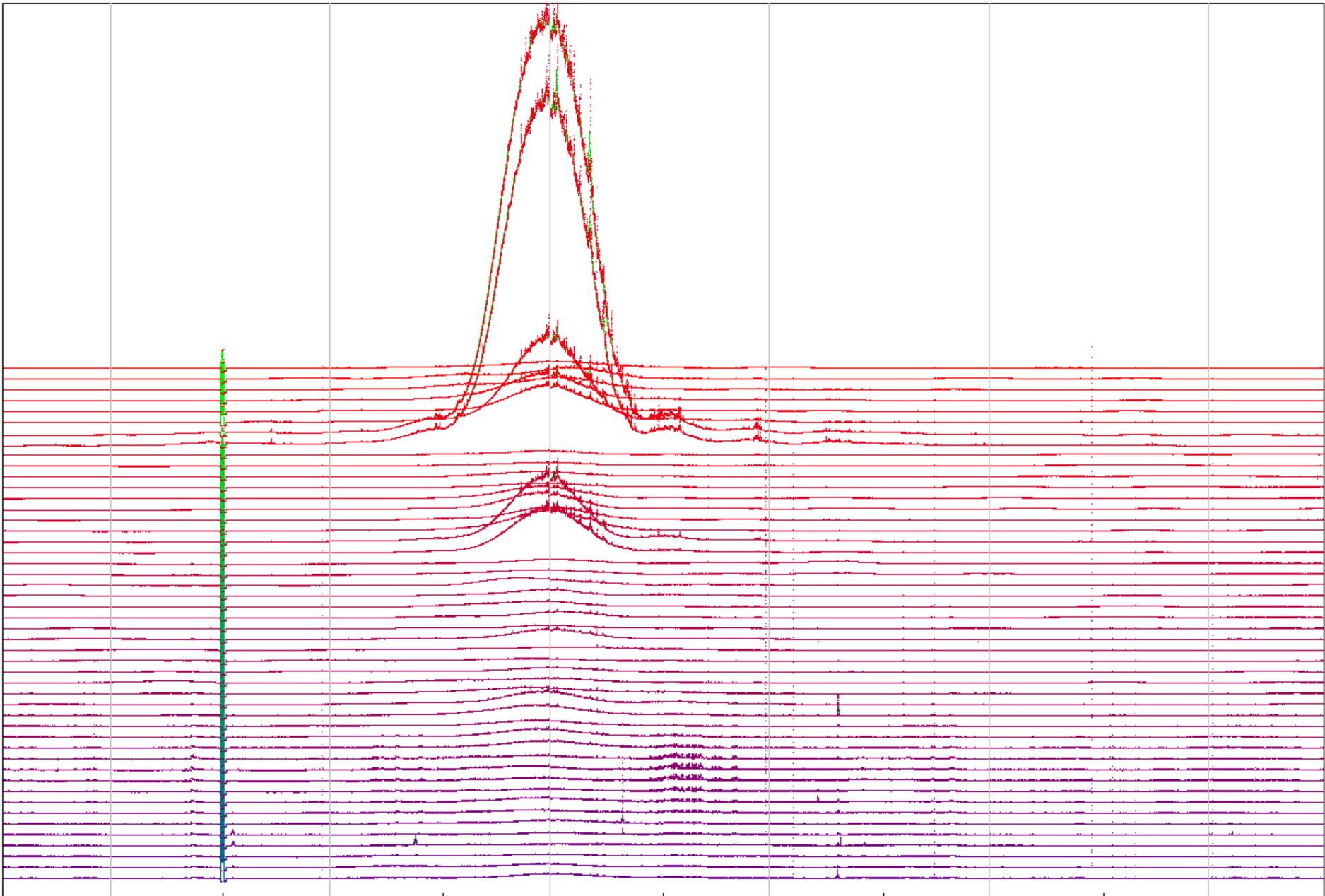
3:50

4:00

4:10

4:20

4:30



13:10

13:20

13:30

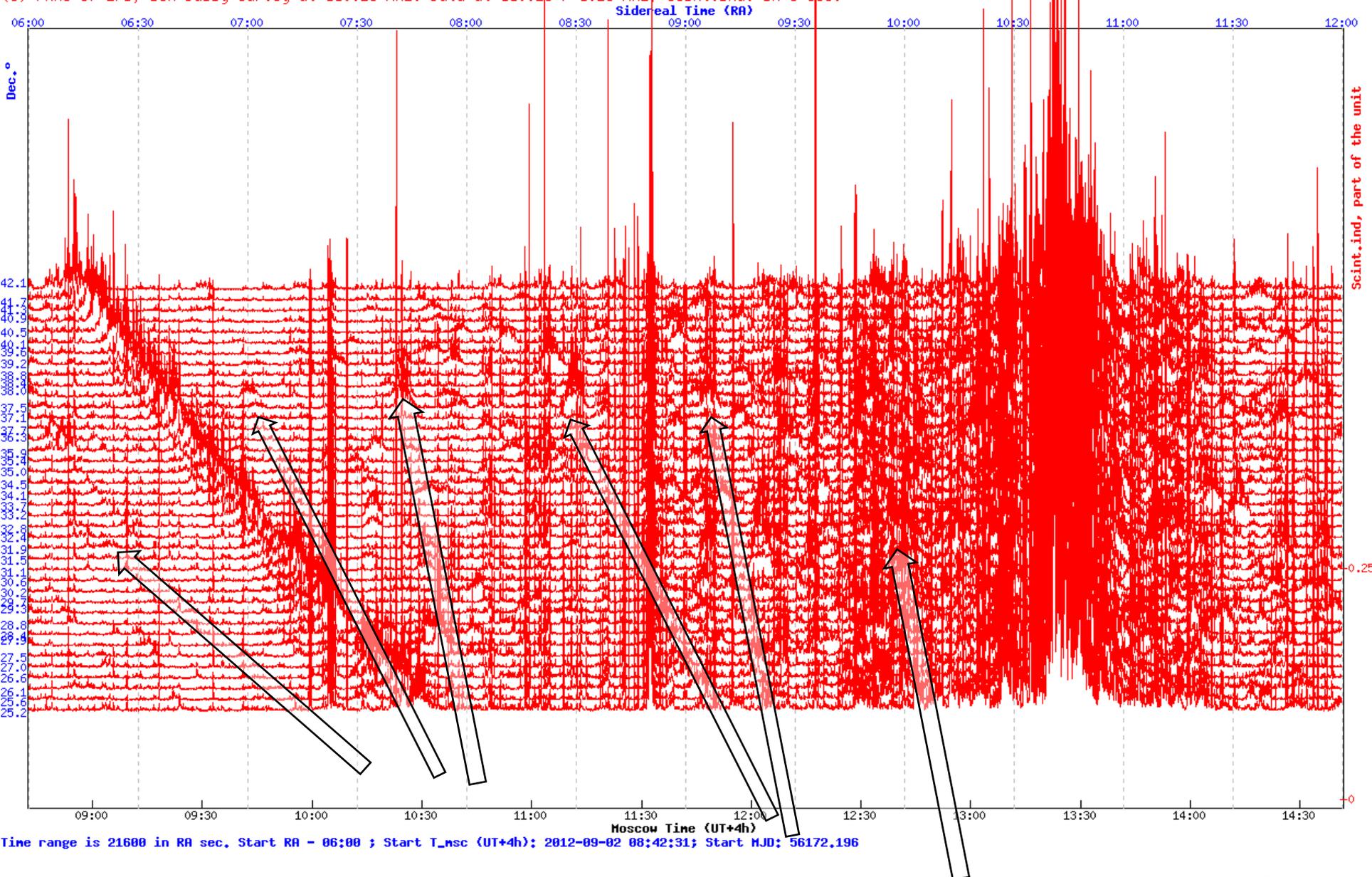
13:40

13:50

Moscow Time

Вспышка на Солнце 2.09.2013, поле данных 5-секундных мерцаний до 8.09.2013

(C) PRAD of LPI, BSA Daily Survey at 110.25 MHz. Data at 110.25 \pm 1.25 MHz, scint.ind. in 5 sec.



Мерцающие источники: от Солнца к краям картинки?

Star Time
12:00

Данные с БСА – пульсар PSR 1133+16

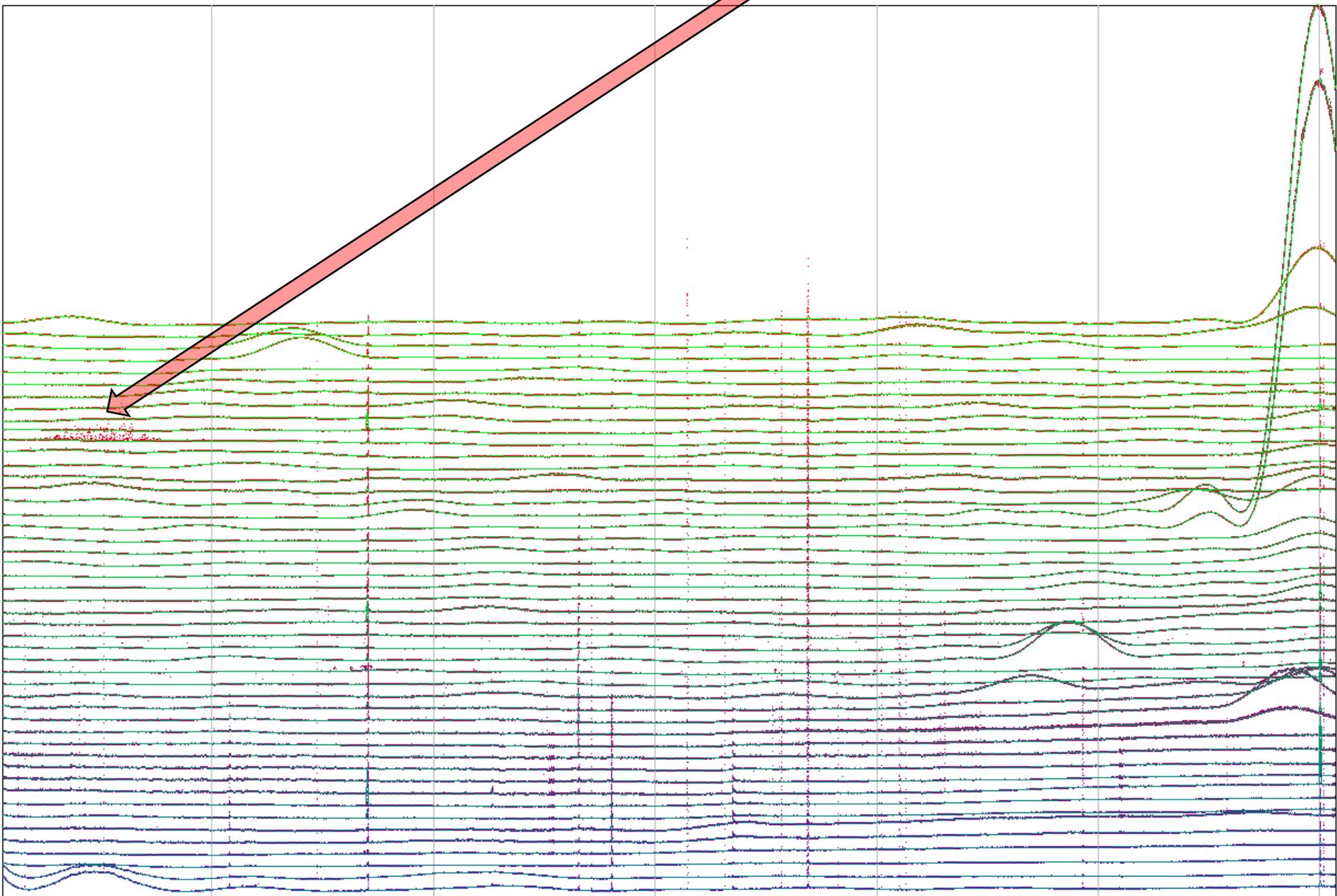
11:40

11:50

12:10

12:20

12:30



Поиск пульсаров

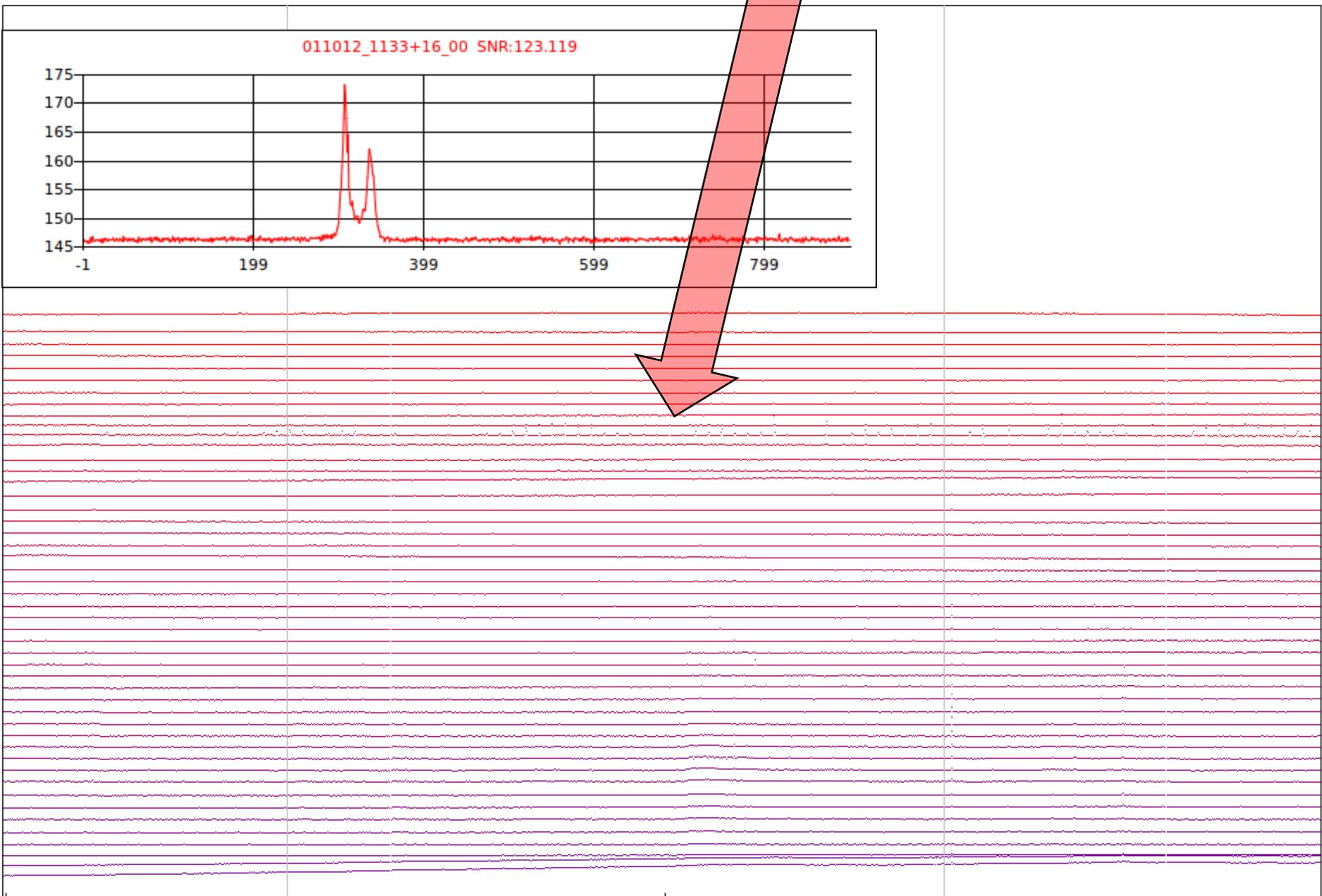
23:30
Moscow Time

23:40

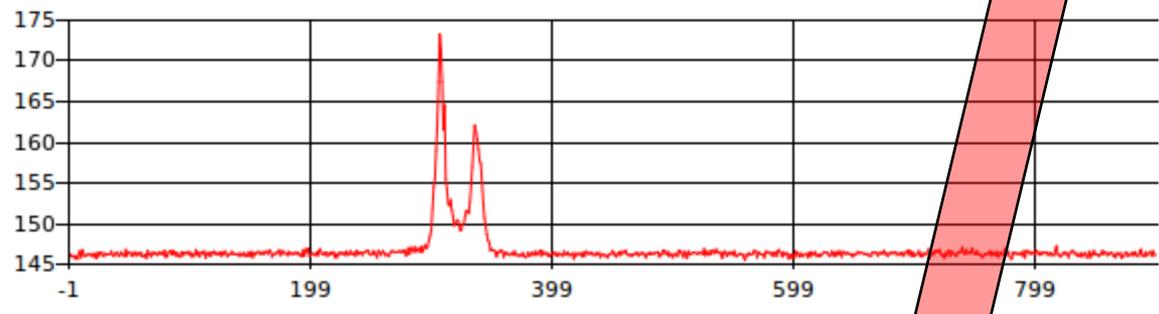
23:50

11:33:00

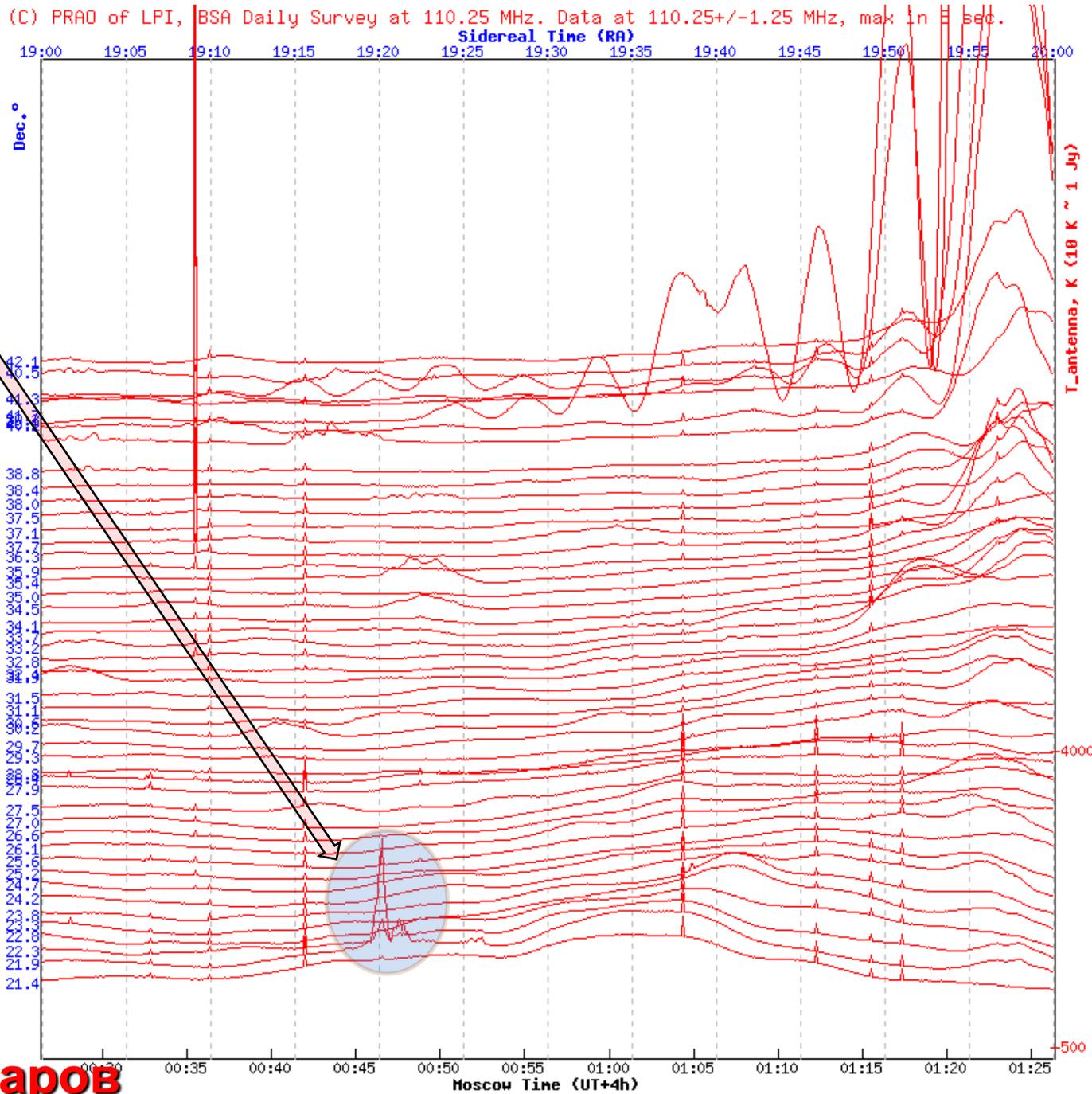
11:34:00



011012_1133+16_00 SNR:123.119

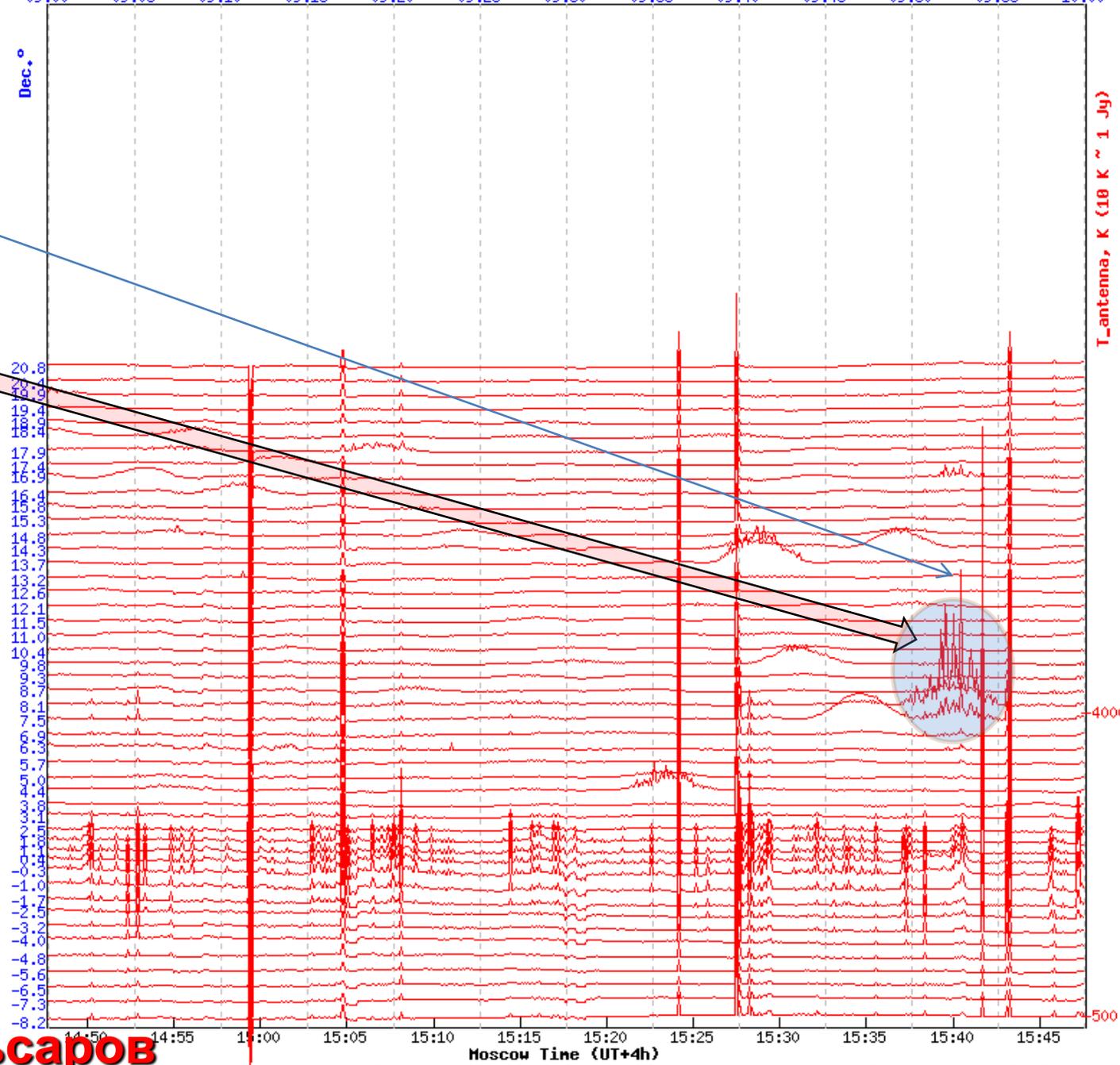


База данных БСА-3
(максимальные на 5
секундах)
– пульсар PSR 1920+21:
~125 Jy



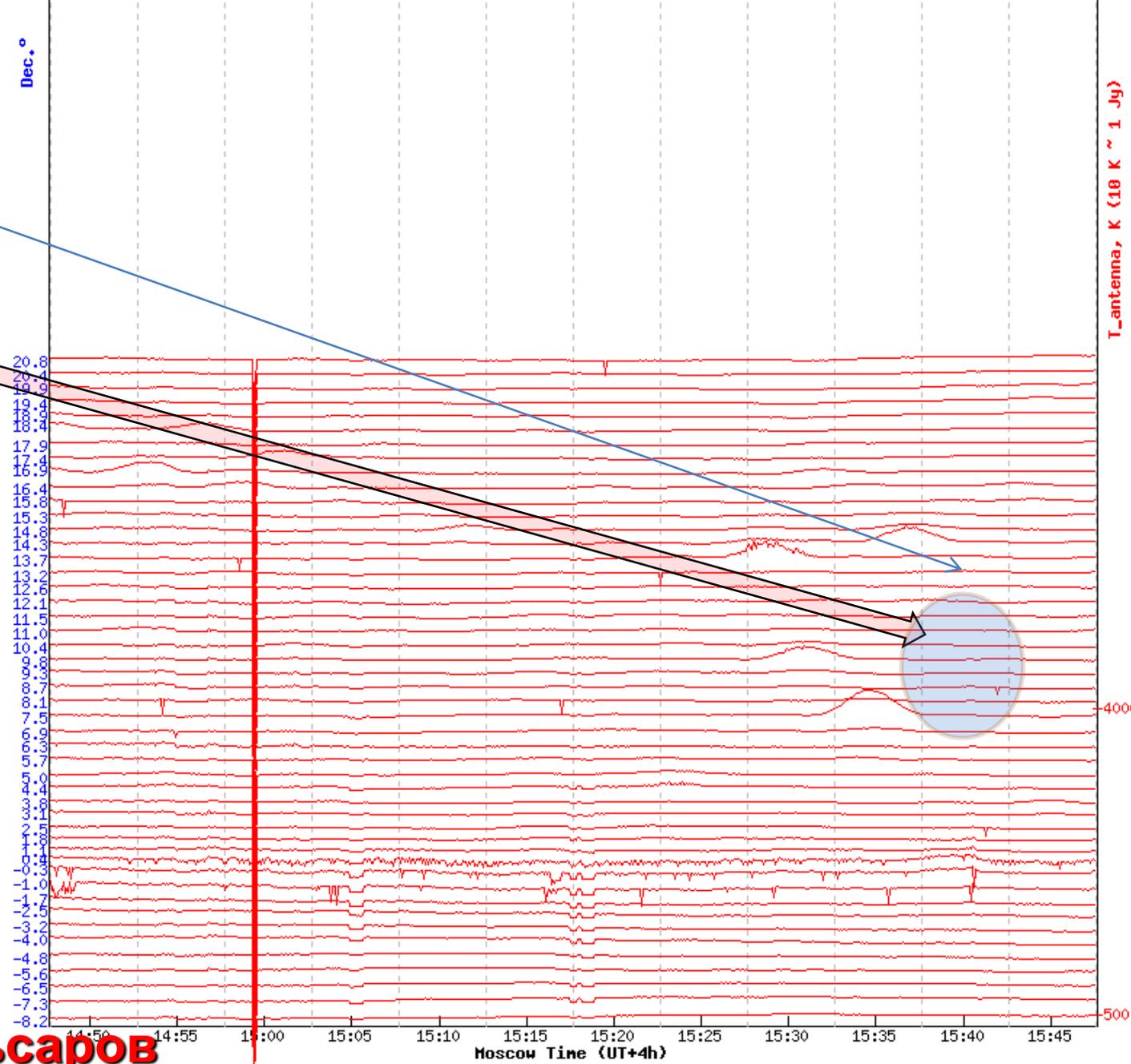
Поиск пульсаров

База данных БСА-3
(макс. и мин. на 5
секундах) :
похоже, «ловятся»
гигантские импульсы
– пульсар PSR 0950+08:
~250-400 Jy



Поиск пульсаров

База данных БСА-3
(макс. и мин. на 5
секундах) :
похоже, «ловятся»
гигантские импульсы
– пульсар PSR 0950+08
в минимуме - нет



Поиск пульсаров

3:50

4:00

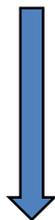
4:10

4:20

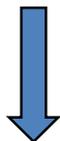
4:30

4:40

Импульсная помеха



Радиотранзиент?



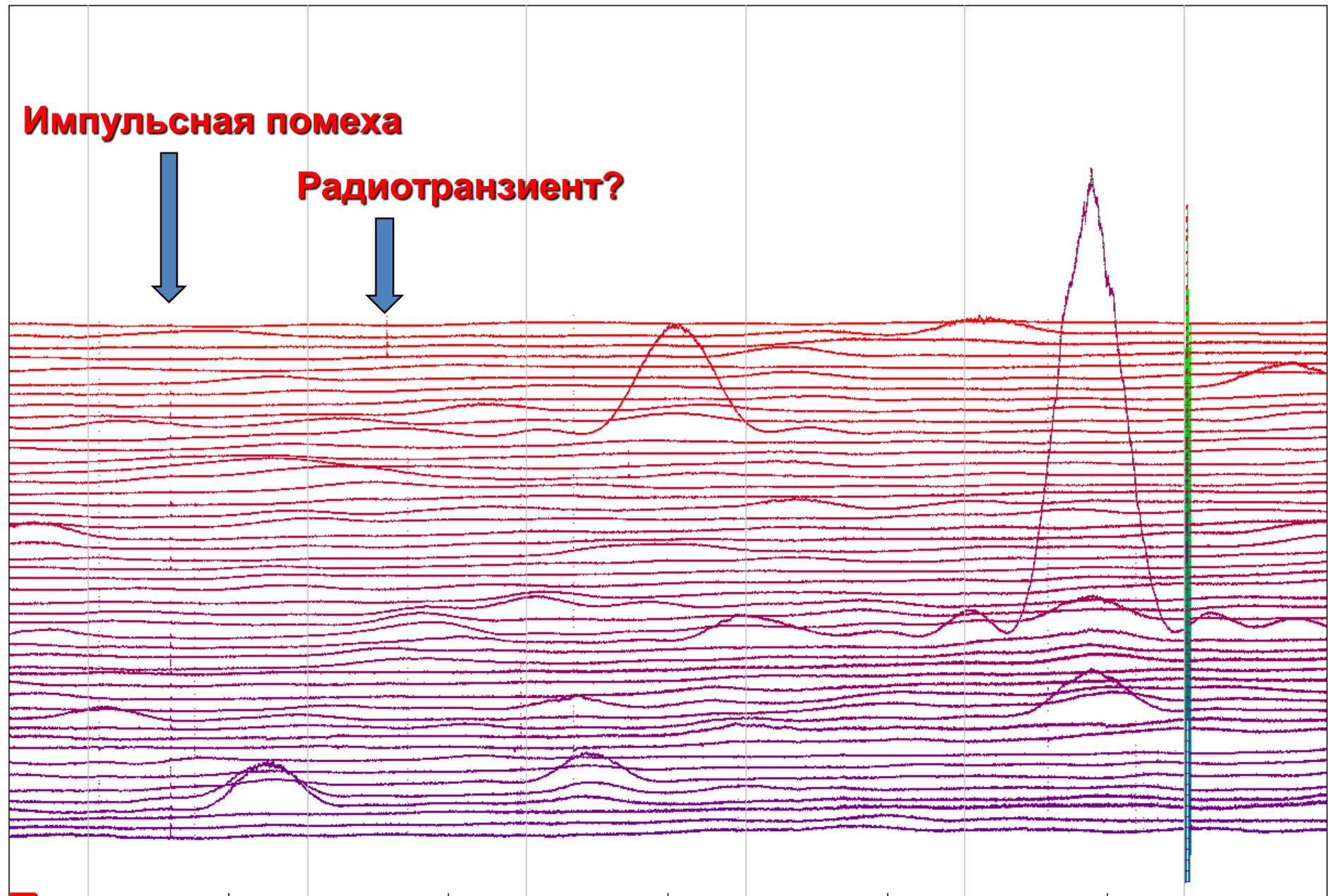
Поиск радиотранзиентов

Moscow Time

0:30

0:40

0:50



Заключение

Итого: даже из простейшего анализа базы данных наблюдений на БСА-3 –можно решать множество задач:

- анализировать состояние антенн ПРАО АКЦ ФИАН и качество наблюдений – по совокупности данных на конкретную дату наблюдений
- анализ можно расширить на исследование сезонности состояния антенн, влияния на данные состояния атмосферы, космической погоды и т.д.
- анализировать изменения конкретного источника, обнаруживая систематику по избранному для анализа параметру и их взаимосвязь
- при расширении числа обрабатываемых и хранимых в базе данных параметров можно устанавливать эмпирические зависимости между самыми разными параметрами.

Данные с БСА -3 : перспективы

Запуск в режиме непрерывной графической ленты данных из базы на сайт ПРАО АКЦ ФИАН сделан 21 января 2014 г. : <http://astro.prao.ru/> . Пока возможность просмотра - только для сотрудников обсерватории. Сейчас ими просмотрено: 1% рисунков. **В конце 2014 года просмотр графических данных на сайте будет сделан публичным.**

Ввиду своих колоссальных объемов данные требуют новых подходов к их обработке. Мы планируем использовать для их обработки как суперкомпьютеры, так и возможности обработки данных при помощи клиентов сети распределенных компьютерных вычислений на основе технологии BOINC.

Список научных задач, который **может решаться при помощи использования разрабатываемой базы данных и новых методов обработки:**

- космическая погода (определение индексов мерцаний сотен радиоисточников в динамике на масштабах дней и месяцев.)
- составление каталога мерцающих источников из нашего обзора (порядка нескольких тысяч источников)
- мониторинг изменений потоков сотен и тысяч источников
- отслеживание состояния ионосферы
- поиск пульсаров
- поиск радиотранзиентов
- другие задачи