

Обработка спектральных экспериментов проекта Радиоастрон (11.2011 – 07.2014)

В.Ю. Авдеев , В.И. Костенко , И.Д. Литовченко



Тематическое этапы исследований.

- Rafs (*radioastron fringe search*): 15.11.2011 – 14.02.2012
- Raes (*radioastron early science*) : 31.01.2012 – 27.06.2013
- Raks (*radioastron key science*) : 05.07.2013 - to today

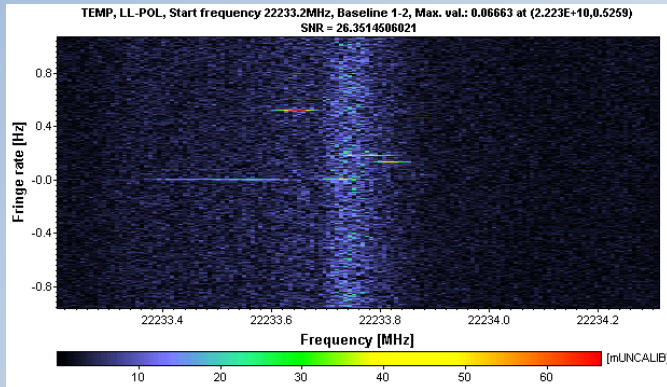


Структура данных наблюдений.

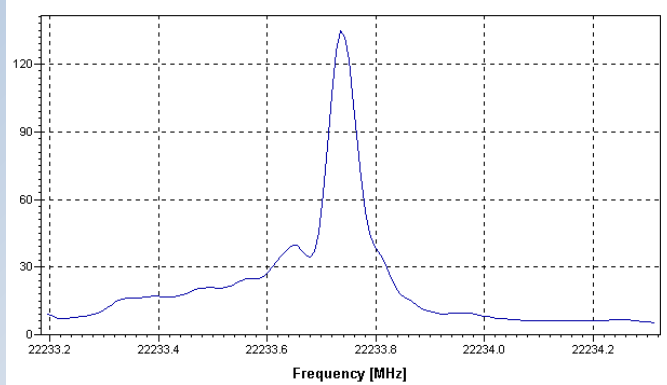
- **Сеанс:**
 - От 3 до 16 сканов
(в среднем, длительность 40-160 минут)
 - 1 источник. Raks: источник + калибровочный квазар
- **Скан:**
 - 570 сек, пауза 30 сек (зависит от циклограмм записи некоторых станций, требует индивидуальных решений)
- **Структура обработанного сеанса:**
 - Файлы формата UVX(ASL), IDI-FITS(PIMA, AIPS)
 - Файлы задания коррелятора АКЦ
 - Файлы с комментариями оператора



Основные этапы обработки спектральных данных



1. Тип источника (H_2O , OH)
2. Выбор участка спектра и разрешения по частоте
3. Параметры корреляции – окно поиска по частоте интерференции и чувствительность
4. Спектры Авто и Кросс-корреляций
5. Амплитудная Калибровка



Статистика результатов. (11.2011 – 07.2014)

Обработано- 69 из 90 сеансов. Имеют корреляцию с космосом - 14 сеансов.

Не обработано сеансов – 21. В основном эксперименты с большой проекцией базы(больше 6 E.D.)

Program	Rafs	Raes	Raks
Total Sessions	3	55	32
Sources	2	15	20
Sessions not processed	0	9	11



Статистика результатов по источникам

Параметр	K-band	L-band
Количество сеансов	77	17
Количество источников	27	6
Успешная корреляция Земля-Космос	W51 W75N Сер А W3IRS5 ORION KL (H ₂ O) W49N	W75N ON1



Статистика результатов. 3.

SFR (star-forming region) – область звездообразования

Stellar – звёздный мазер

Mega - мегамазер

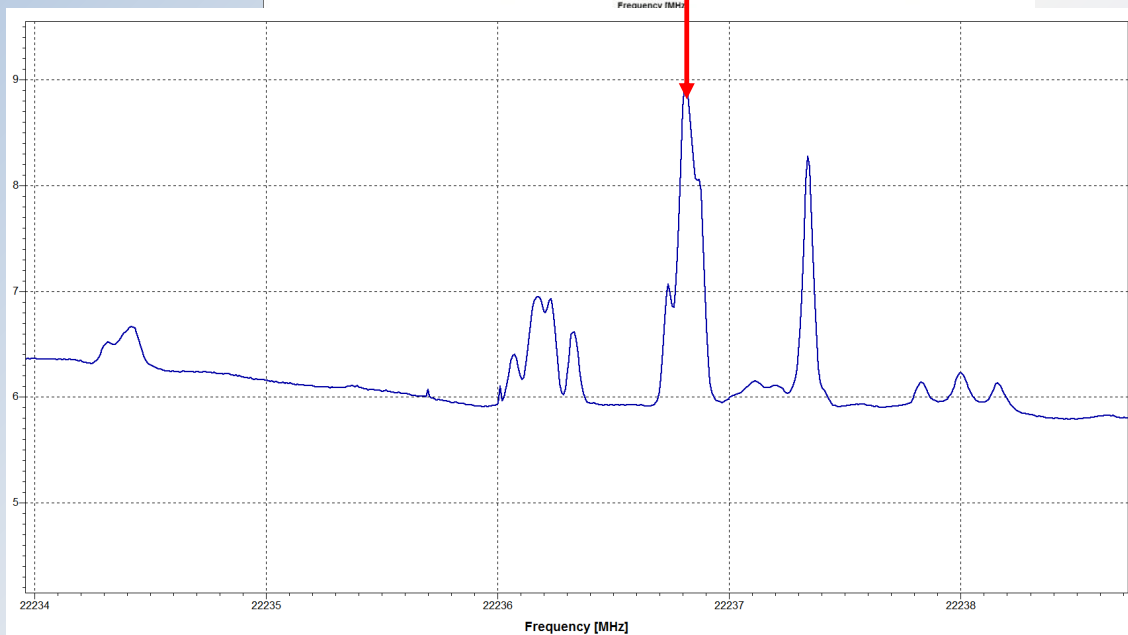
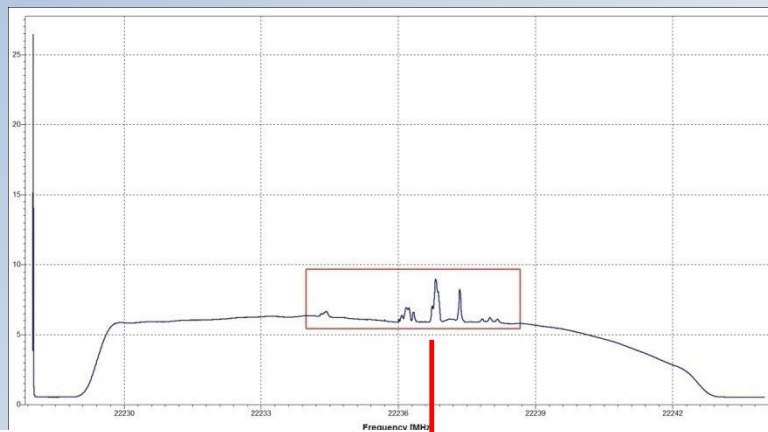
Статистика количества сеансов с различными типами мазеров.

Тип мазера	Rafs	Raes	Raks
SFR	3	39	11
Stellar	0	12	7
Mega	0	4	11



Выбор зоны корреляции.

**Raks07ah, 08.10.2013, СЕР А,
К-band**



- Автоспектр СЕР А на станции Effelsberg
- Вырезанный участок спектра с группой деталей

ВРК-2014, г. Пущино



Специфика обработки спектральных данных.

- 1) Для экономии ресурсов и места нет необходимости брать полную полосу.
Важен участок, содержащий спектральные линии
- 2) Чтобы за деталь не были приняты шумы, частота сопоставляется с лучевой скорости на момент наблюдений.
- 3) Необходимо высокое разрешение по частоте:
K-band 8192 ch - 1.95 KHz/ch, $V=0,026\text{km/s}$
L-band 16384 ch - 0.98 KHz/ch, $V=0,174\text{km/s}$
- 4) Большое количество каналов в исследуемом спектре ухудшит чувствительность в отдельном канале. Для слабых источников следует соблюдать особую осторожность.



Особенности файла задания коррелятора.

- Координаты наземных станций берутся коррелятором из vех-файлов, координаты источников и их лучевые скорости для каждого сеанса согласуются научной группой.
- Как и в случае обработки источника в континууме, проверяется правильность конфигурации каналов в формате записи данных на каждой станции. *(в случае мазеров, это сделать проще, так как излучение мазеров поляризовано)*
- Интервал интегрирования *(1/4 секунды для L диапазона и 1/8 или 1/64 для K)*
- Априорные задержки на станциях + задержки, их 1-е и 2-е производные, вычисленные с помощью программы поиска максимального отклика
- Длительность скана 570 секунд *(30 секунд для австралийских телескопов)*
- Полоса частот в которую попадают исследуемые спектральные детали



Выбор области поиска задержек.

Raks07an, Orion H2O, 29.11.2013

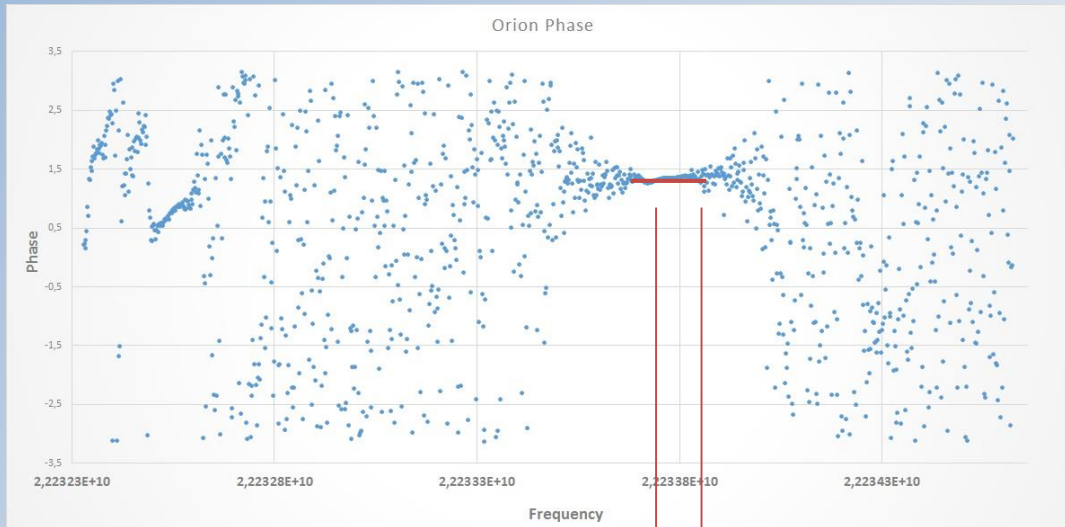
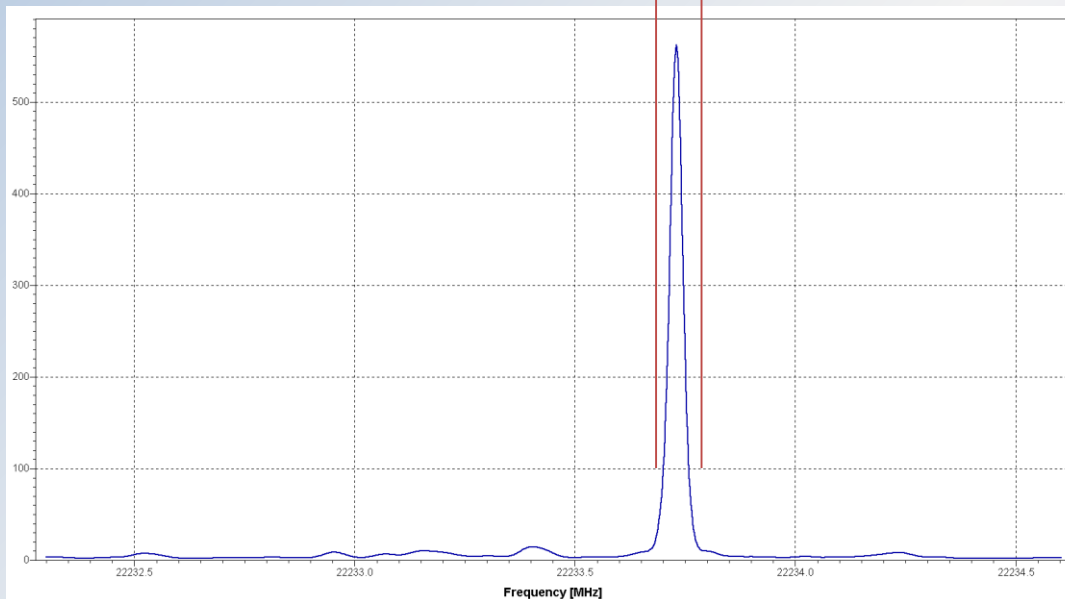


Диаграмма phase– frequency для
базы YS-TR



Автоспектр станции YS, RR-pol

Калибровка и чувствительность в спектральном канале

калибровка источника W3IRS5 по результатам эксперимента raes02ab

$$F = \rho \frac{1}{\sqrt{A_{1off} A_{2off}}} \eta \sqrt{SEFD_1 SEFD_2}$$

$$\Delta S_{12} = \frac{1}{\eta} \sqrt{\frac{SEFD_1 SEFD_2}{\Delta \nu \tau}}$$

F – результирующий поток в канале

ΔS - чувствительность

ρ – коэф. корреляции

$A_i = \frac{A_{iON} - A_{iOFF}}{A_{iOFF}}$ - нормировка амплитуды спектра автокорреляции

η – эффективность коррелятора + потери квантования

$\Delta \nu$ – ширина частотного канала (Hz)

τ - время интегрирования

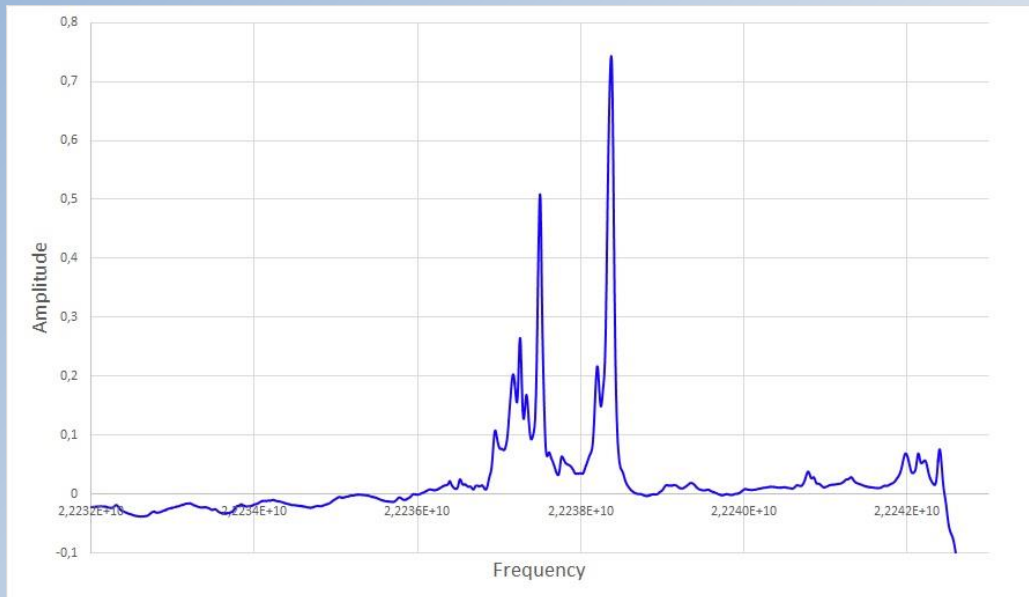
Time	Station	SEFD Station	Corr F(Jy)Ra-St	ΔS (Jy)
16:40-16:50	EF	2,0668E+02	289	2,5
16:50-17:00		2,0158E+02	296	2,5
17:00-17:10		Нет данных	Нет данных	Нет данных
17:10-17:20		2,0030E+02	384	2,5
16:40-16:50	YS	3,4278E+02	478	3,2
16:50-17:00		3,4278E+02	516	3,2
17:00-17:10		3,4278E+02	534	3,2
17:10-17:20		3,4741E+02	554	3,3

Таблица результатов калибровки

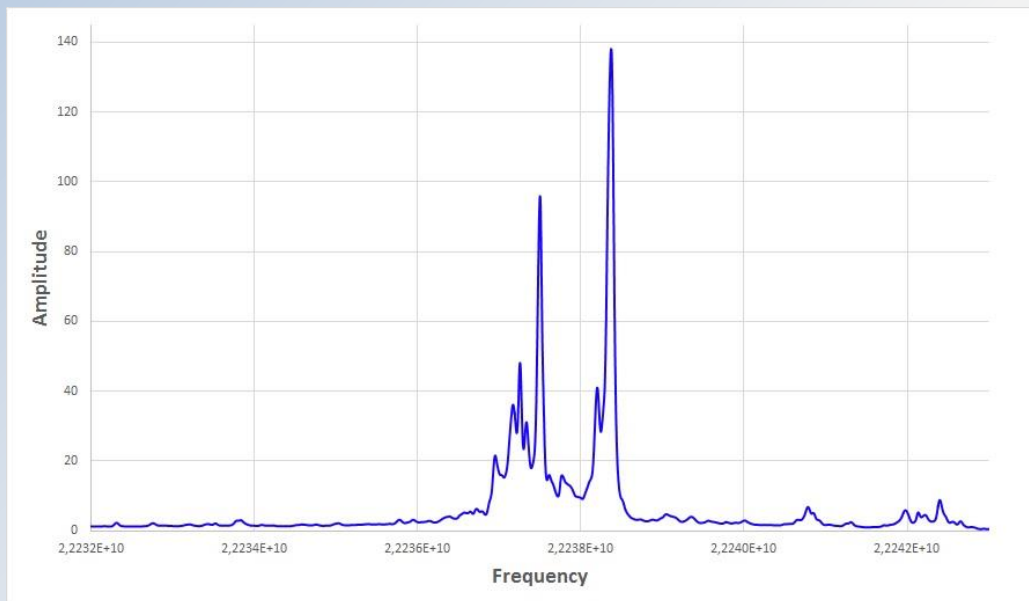


Примеры обработки.

Сеанс raks07bd,
18.05.2014 K-Band
W49N



Автоспектр “Radioastron”
RR-pol,
Tau = 60min
Деталь $f = 22238.3$ МГц
 $F = 27840$ Jy

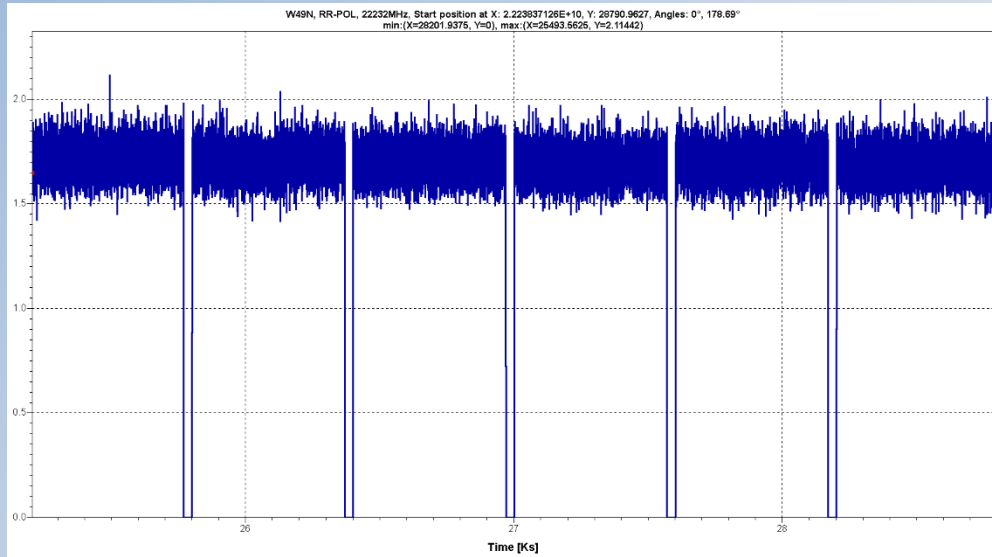


Автоспектр станции Effelsberg,
RR-pol,
Tau = 60min
Деталь $f = 22238.3$ МГц
 $F = 28500$ Jy

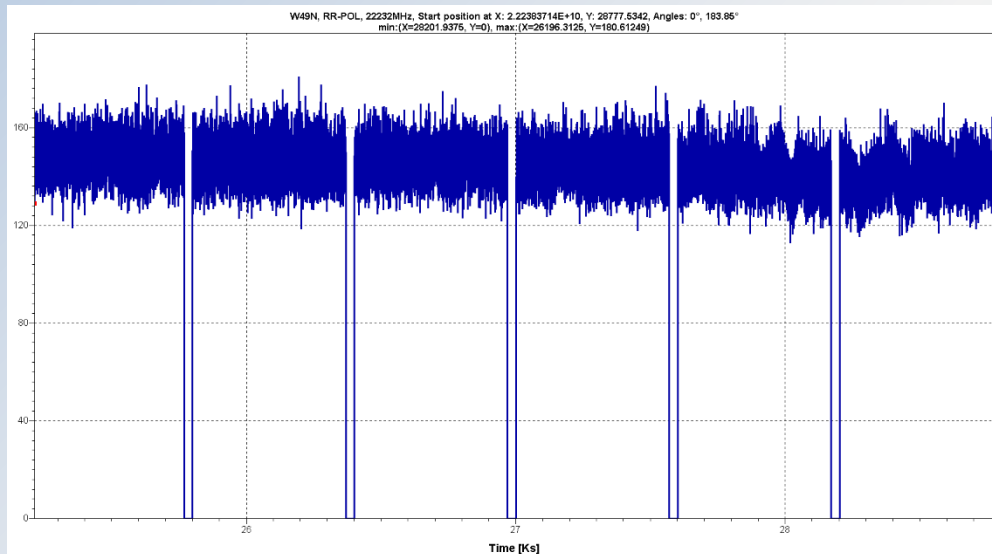


Примеры обработки.

Сеанс raks07bd,
18.05.2014 K-Band
W49N



Амплитуда максимальной детали
спектра от времени (RA)



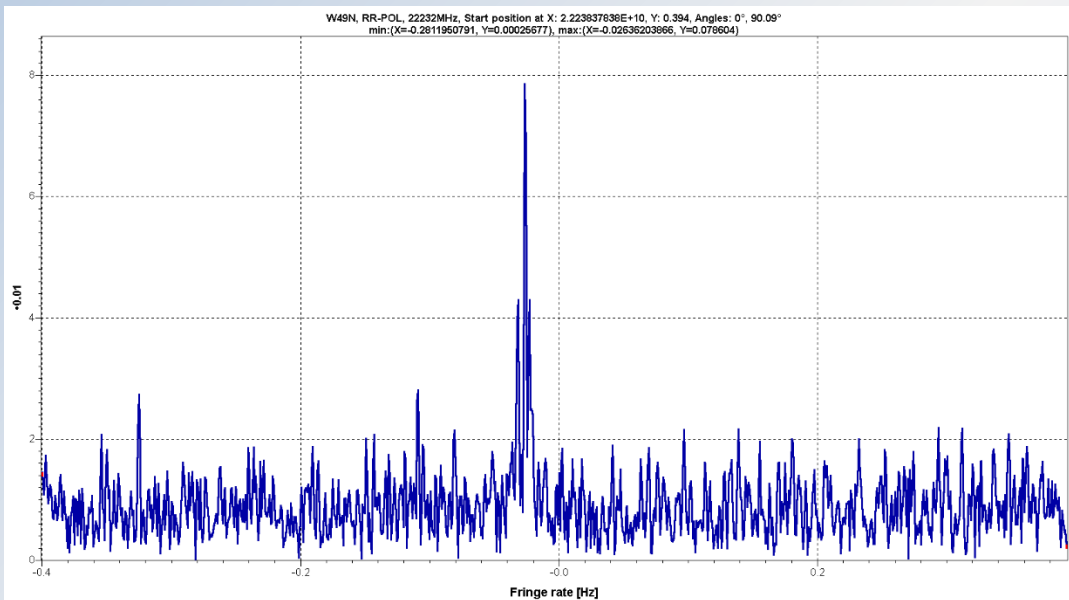
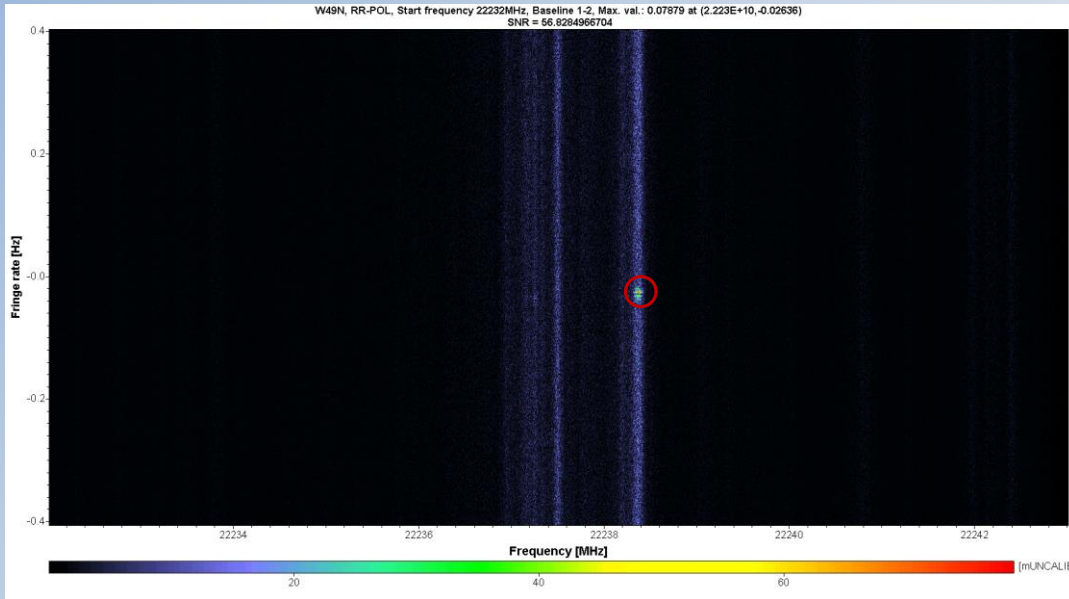
Амплитуда максимальной детали
от времени (EF)



Примеры обработки.

Сеанс raks07bd,
18.05.2014 K-Band
W49N

Диаграмма fringe rate – frequency
для базы RA-YS



Кросс RA-EF

ВРК-2014, г. Пущино



Примеры обработки.

Сеанс raes02ab, 30.12.2012

K-Band W3IRS5

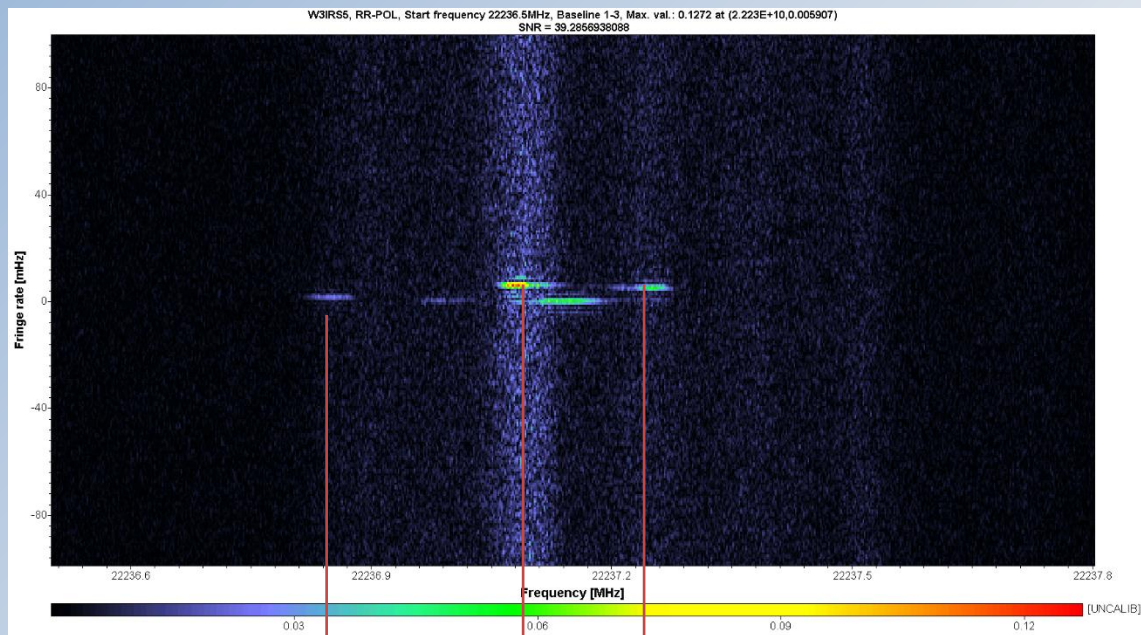
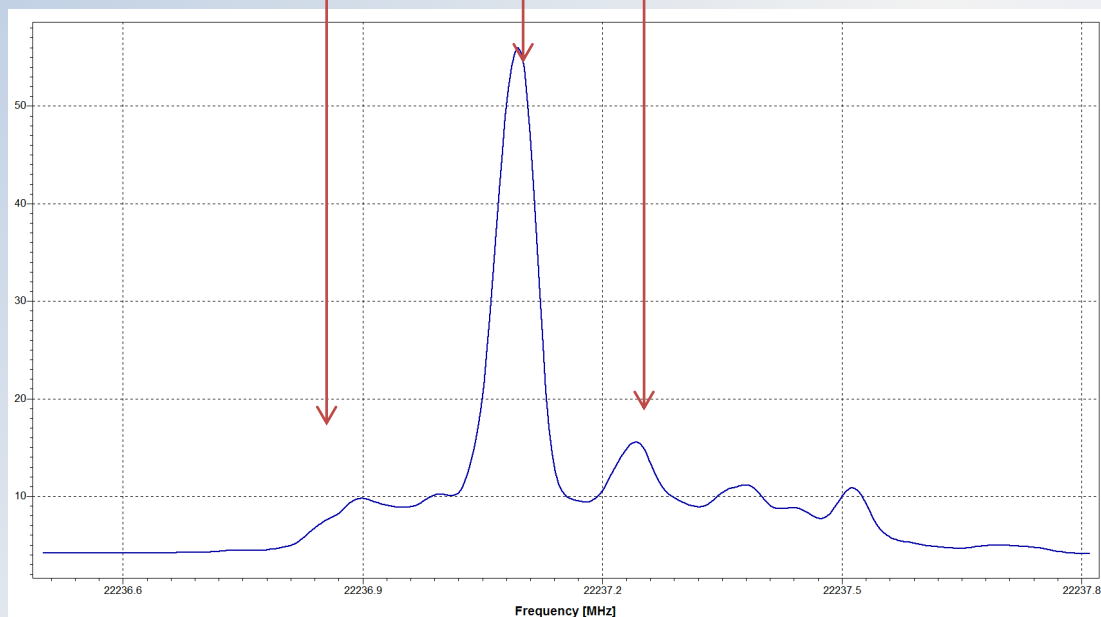


Диаграмма fringe rate – frequency
для базы RA-YS



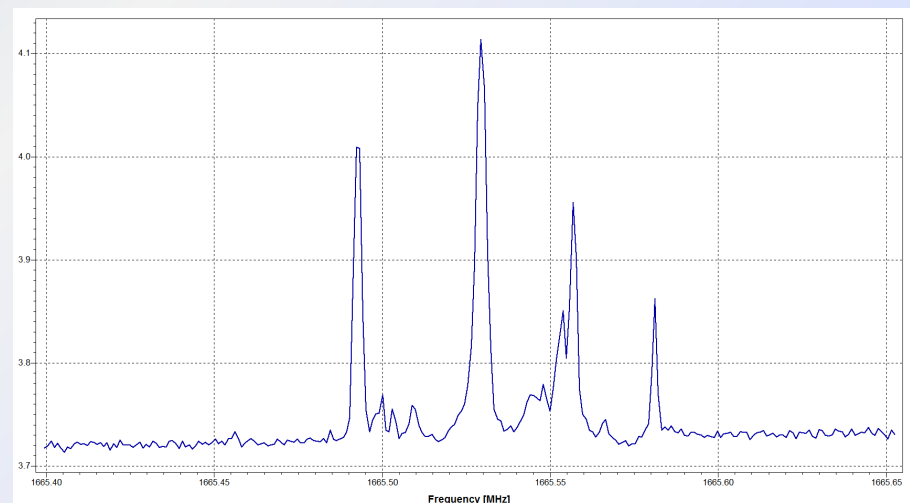
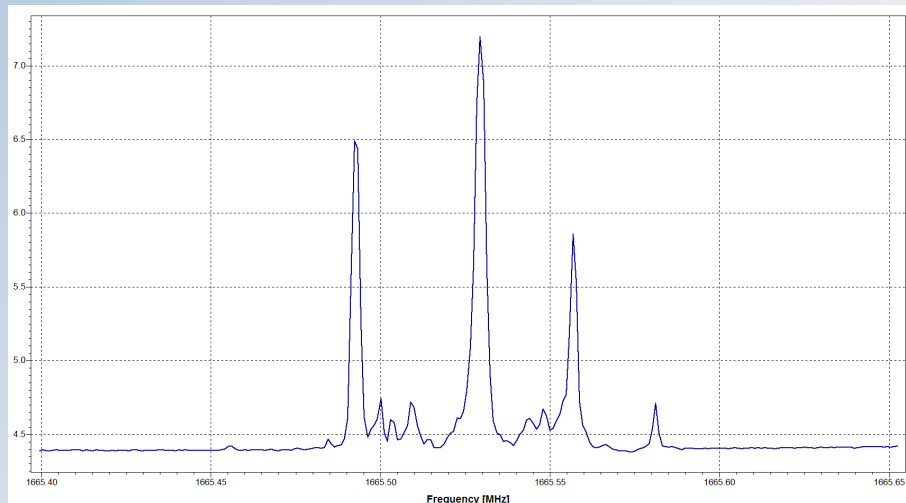
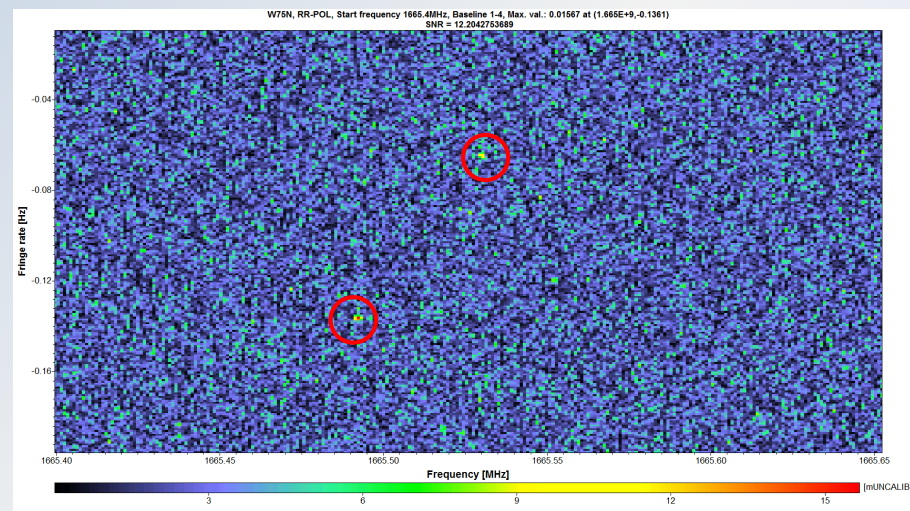
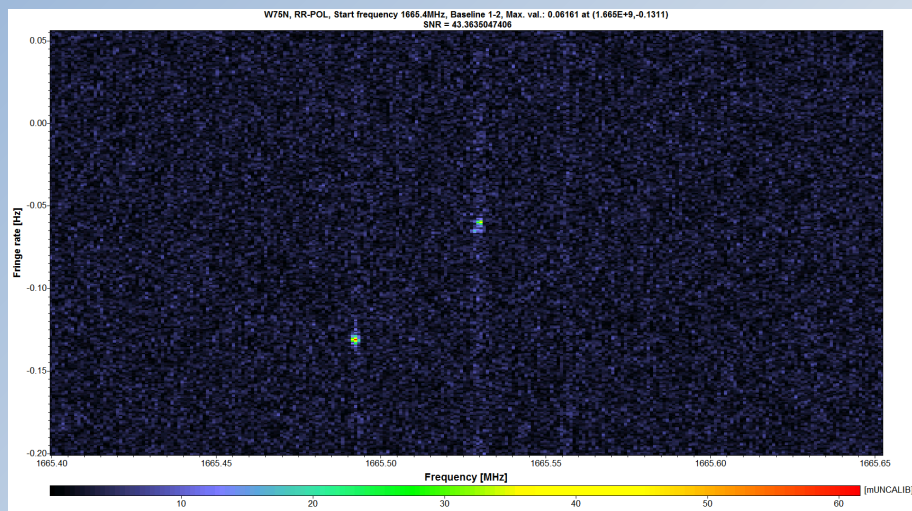
Автоспектр станции Ys



Примеры обработки.

Сеанс raes02f, 04.07.2012,

W75N, L-band



• Диаграмма fringe rate – frequency для базы RA-WB

• Автоспектр WB, RR-pol

• Диаграмма fringe rate – frequency для базы RA-BD

• Автоспектр BD, RR-pol

Выводы.

- Обработано 69 из 90 сеансов наблюдений мазерных источников в линиях H_2O и OH . 14 дали корреляцию Космос - «Радиоастрон». Максимальное кол-во интерферометрических баз достигало 11(raks07ai).
- Все источники, давшие корреляцию с Космосом, относятся к областям звездообразования(SFR).
- Проекция базы, на которой видна корреляция с Космосом, не превышает 6 диаметров Земли.
- В К-диапазоне 12 сеансов имеют корреляцию с космосом, в L – только 2 сеанса.

