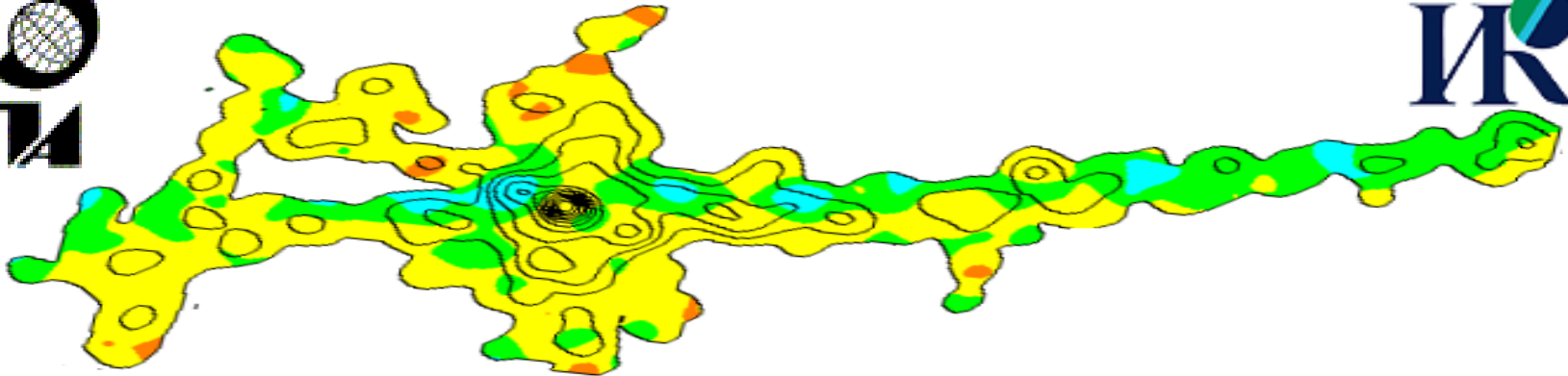


# Структура объекта W3OH в линии гидроксила, волна 18см.

По данным наблюдений на системе "КВАЗАР-КВО".



Л.И. Матвееenko<sup>1,2</sup>, А.В. Ипатов<sup>1</sup>, В.А. Демичев<sup>2</sup>, А.Е. Мельников<sup>1</sup>.

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

<sup>2</sup>Институт космических исследований РАН, г. Москва, Россия

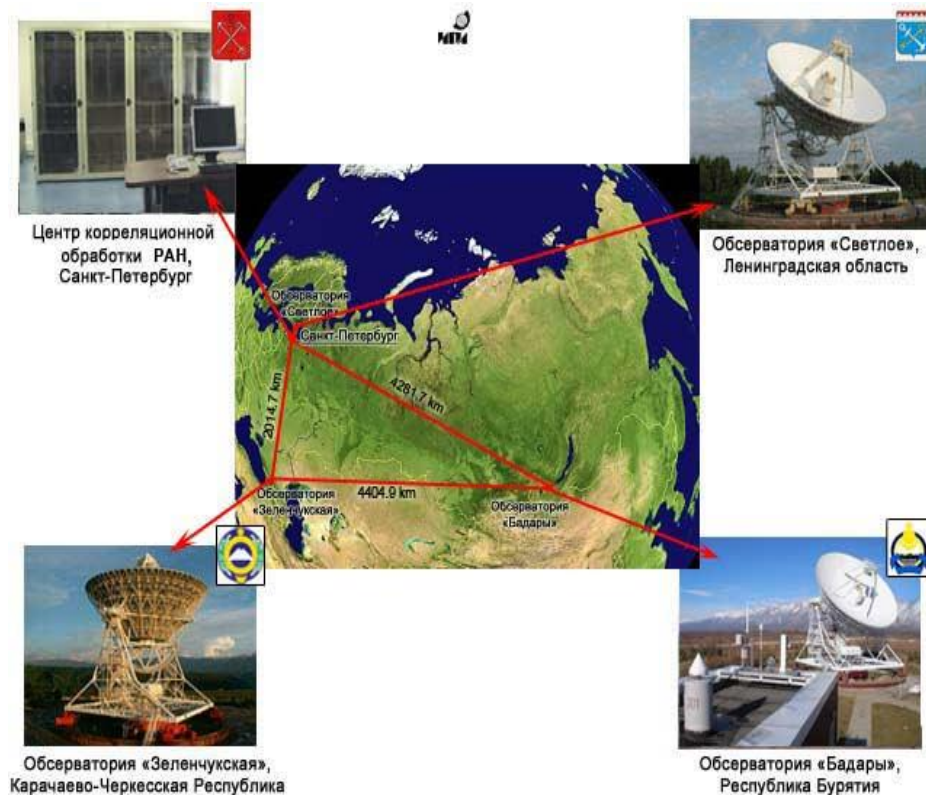


# Астрофизические исследования на «КВАЗАР-КВО», волна 18 и 1.35 см.

- Введен в действие комплекс «Квазар – КВО» в режиме исследований мазерных источников в линиях водяного пара и гидроксила на волнах **1.35 см** и **18 см** соответственно. Разработаны методики наблюдений и введена в действие корреляционная обработка РСДБ данных.

Регулярно проводятся наблюдения:

- Мазерных источников в линиях гидроксила на длине волны **18 см**, в том числе источники **W75** и **W3OH**,
- Мазерных источников в линиях водяного пара на длине волны 1.35 см, в том числе источники **W49N** и **Орион КЛ**.
- Спектральные исследования проводятся в поляризованном излучении в полосе **4 МГц** с частотным разрешением до **0.5 КГц**.



# Наблюдения W3OH на системе "КВАЗАР"-КВО

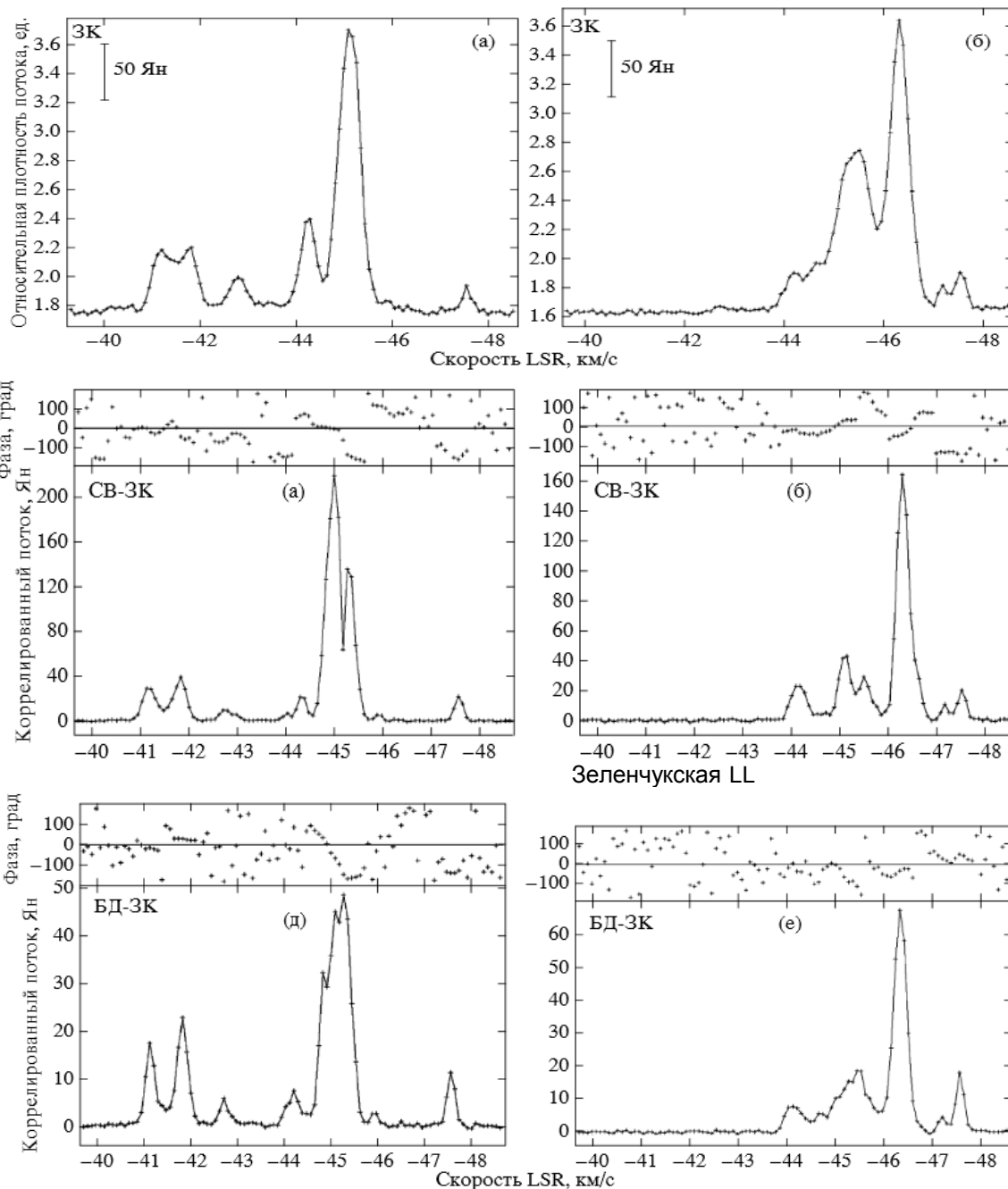
- Измерения проводились 24.03.2013 в основной мазерной линии гидроксила на частоте 1665 МГц. Получены спектральные профили линий в правой и левой круговых поляризациях в пределах от -38 км/с до -49 км/с с разрешением 0.09 км/с.

- Наблюдается заужение профилей линий с повышением пространственного разрешения интерферометра, определяемое компактными ядрами компонент.

- Объект W3 OH, наблюдается поперек рукава Галактики, что снижает рассеяние. Это предполагает возможность наблюдений компактных компонент на волне 18 см с Радиоастроном.

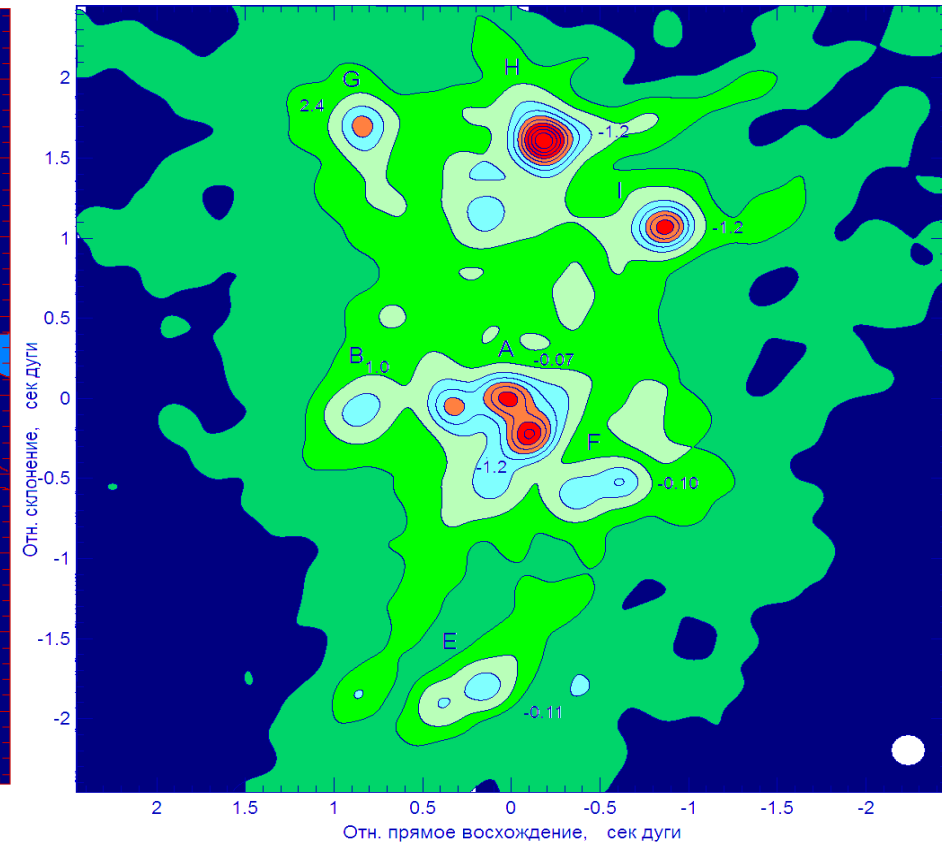
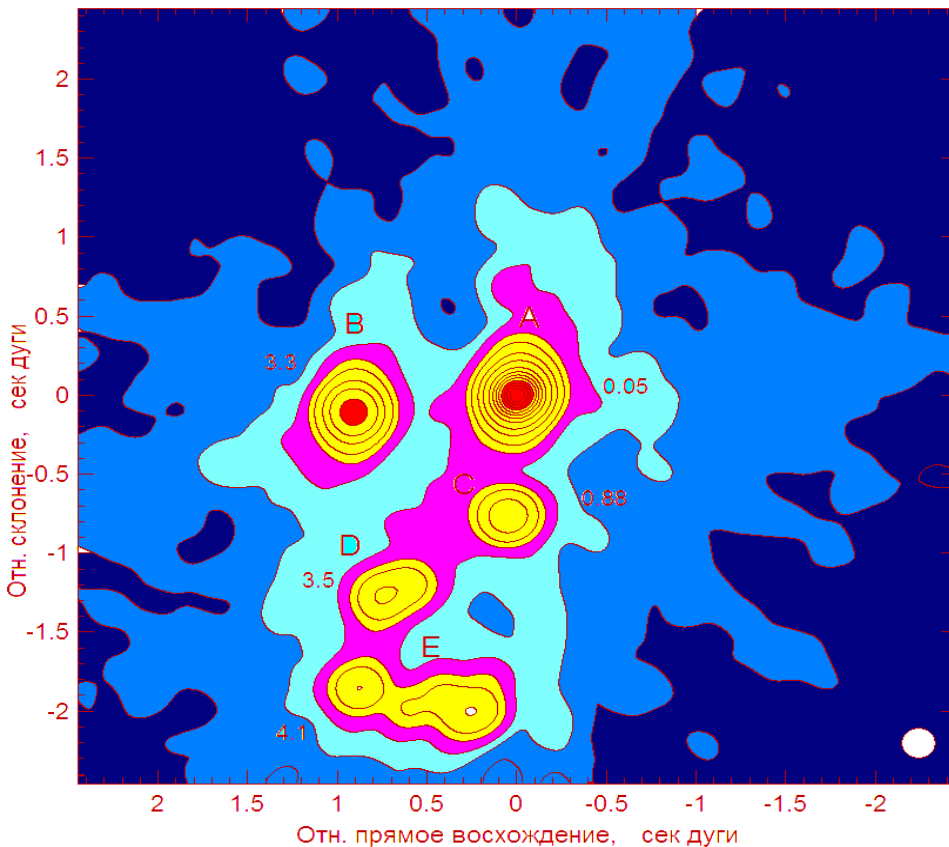
Параметры антенн на 18 см

| Станция      | T <sub>сис</sub> , К | A <sub>эфф</sub> |
|--------------|----------------------|------------------|
| Светлое      | 48                   | 480              |
| Зеленчукская | 50                   | 480              |
| Бадары       | 45                   | 470              |



# Крупномасштабная структура W3OH в правой и левой поляризациях.

- Построены карты с угловыми разрешениями, от 100 до 5 мсек. дуги.
- Определены скорости и проведено отождествление компонент.
- Ряд источников наблюдаются в обеих поляризациях, что определяется неполяризованным либо линейно поляризованным излучением.
- Определена скорость местной системы покоя  $V_{\text{LSR}} = -44.9 \pm 0.1$  км/с.
- Скорости компонент лежат в пределах  $-3 \text{ км/с} \leq v \leq 5 \text{ км/с}$ .
- Наблюдается общая протяженная подложка, яркость которой  $< 0.2$  % пикового значения.



# Тонкая структура W3OH

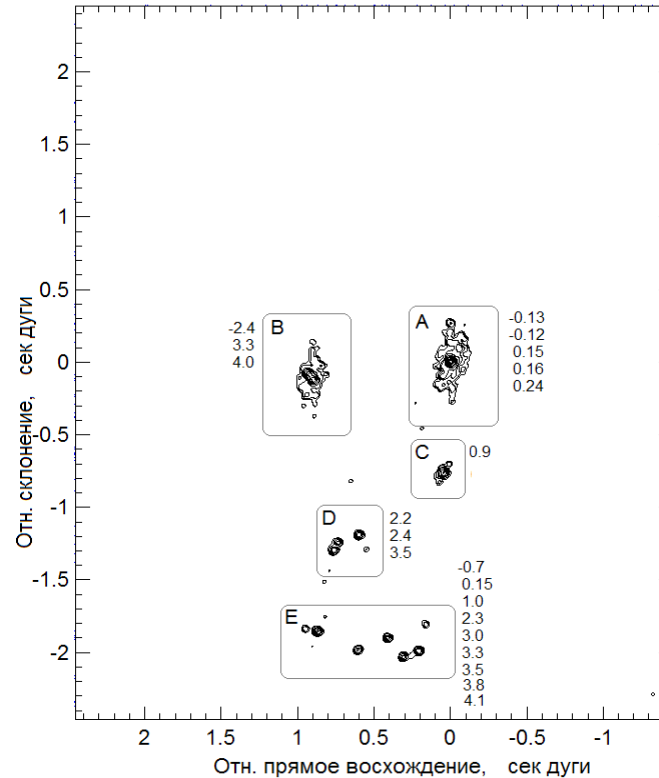
•Выделены компактные яркие компоненты.

•Отождествлены и определены положения трех мазерных источников с разными скоростями излучения в ортогональных круговых поляризациях

•Отличие скоростей определяется расщеплением линий в магнитном поле - Зимановским эффектом.

• Величина магнитного поля в одном из источников равна 7.6 мГс.

Источник: W3OH Частота: 1665.402 МГц



Источник: W3OH Частота: 1665.402 МГц

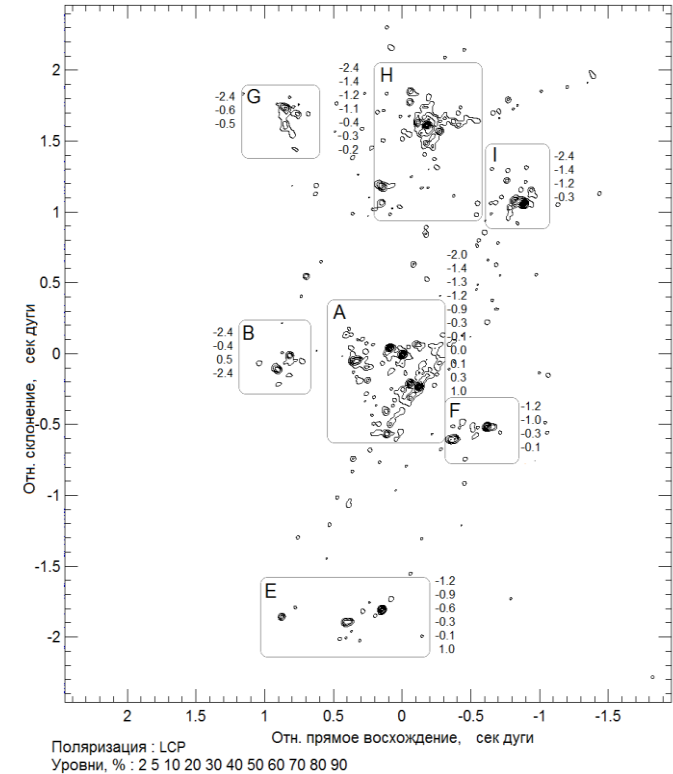


Табл. Параметры компонент в ортогональных поляризациях

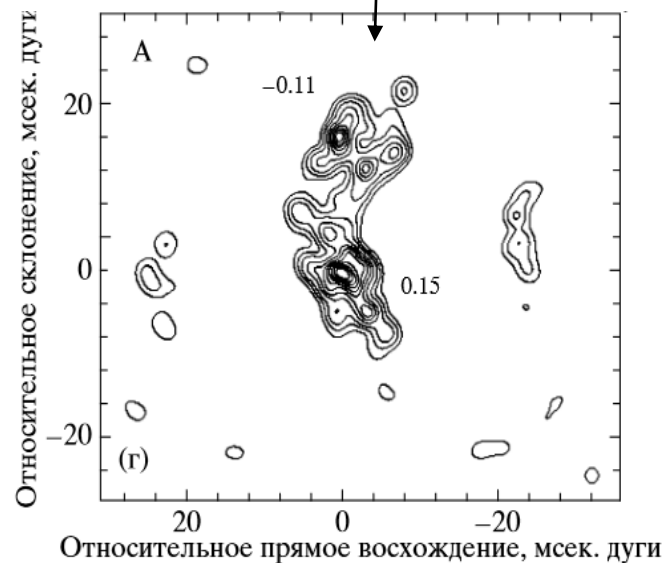
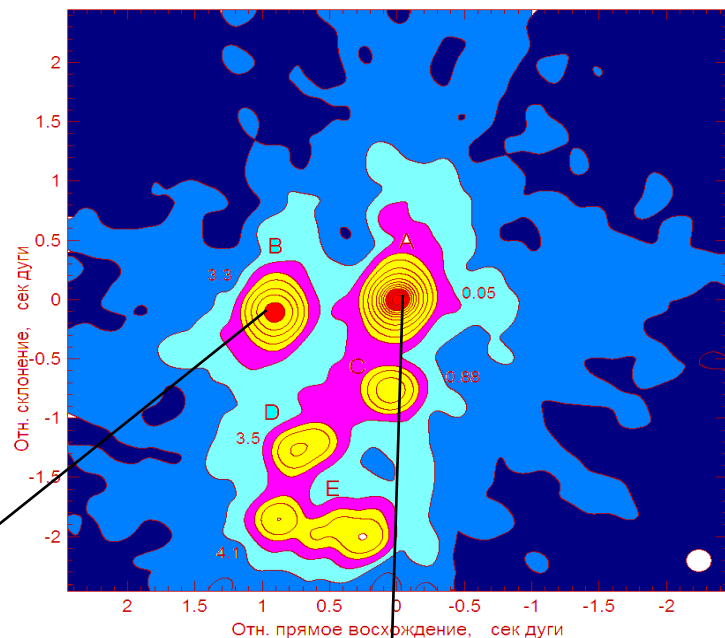
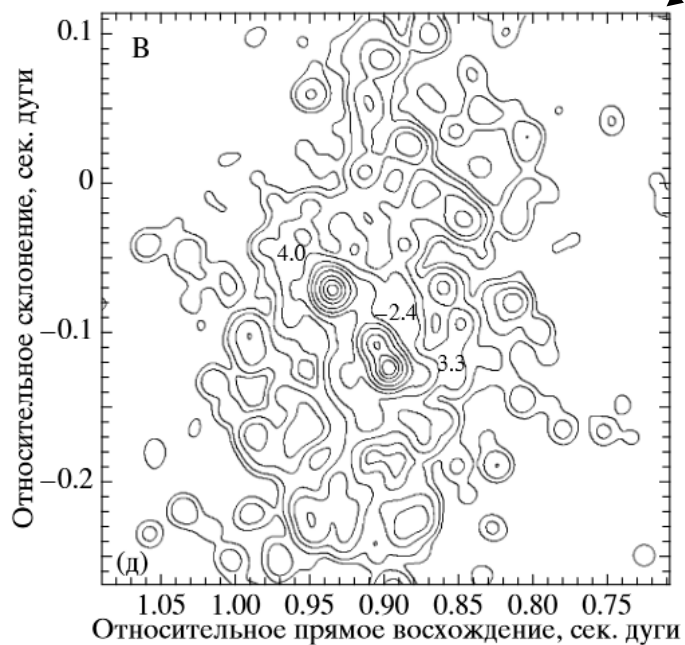
|                | $R\ X/Y$ , мсек | $L\ X/Y$ , мсек | $\Delta X/Y$ , мсек | $I_R/I_L$ , Ян | $I_R/I_L$ , % | $V_R/V_L$ , км/с | $\Delta_{R-L}$ , км/с | $\Delta f$ , Гц | $H$ , мГс |
|----------------|-----------------|-----------------|---------------------|----------------|---------------|------------------|-----------------------|-----------------|-----------|
| A              | -0.08/-0.09     | -0.08/-0.09     | -0.0/0.0            | 50.4/8         | 16            | 0.16/0.05        | 0.11                  | 264             | 0.19      |
| B <sub>2</sub> | -906.0/-107.0   | -906.0/-106.2   | 0/0.8               | 15/0.2         | 75            | 2.4/-2.4         | 1.49                  | 3926            | 2.8       |
| E'             | 411.8/-1898.0   | 411.6/-1898.2   | 0.2/0.2             | 5/6            | 0.9           | 3.93/-0.105      | 4.04                  | 10645           | 7.6       |

Наиболее яркая компонента **A** разделяется на две компактных детали:

- Яркостная температуры южной компоненты  $T_b \sim 0.4 \times 10^{10}$  К, северной 70% от южной.
- Расстояние между компонентами равно 15 мсек. дуги или 30 а.е.
- Размеры компактного ядра не превышают 2 мсек. дуги, а пиковая яркость  $T_b = 0.2 \times 10^{12}$  К.
- Структура детали, расположенная в северной части, также содержит компактную неразрешенную деталь.

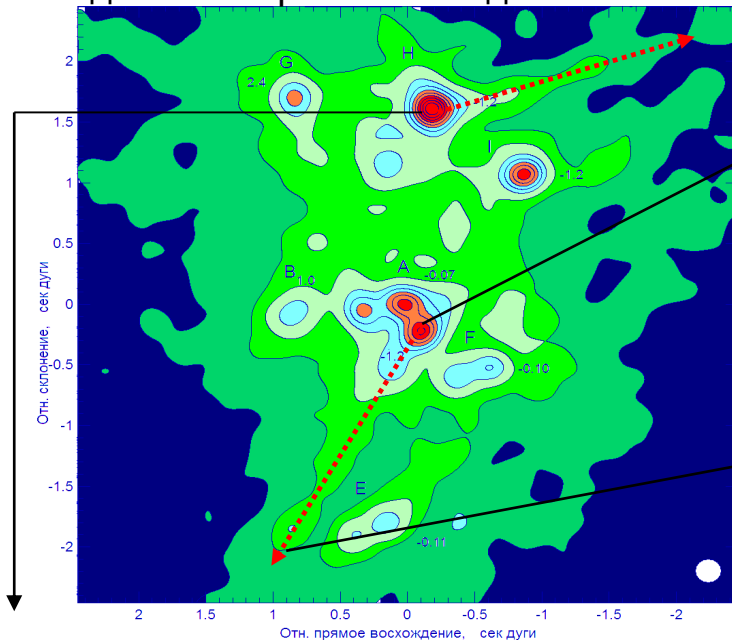
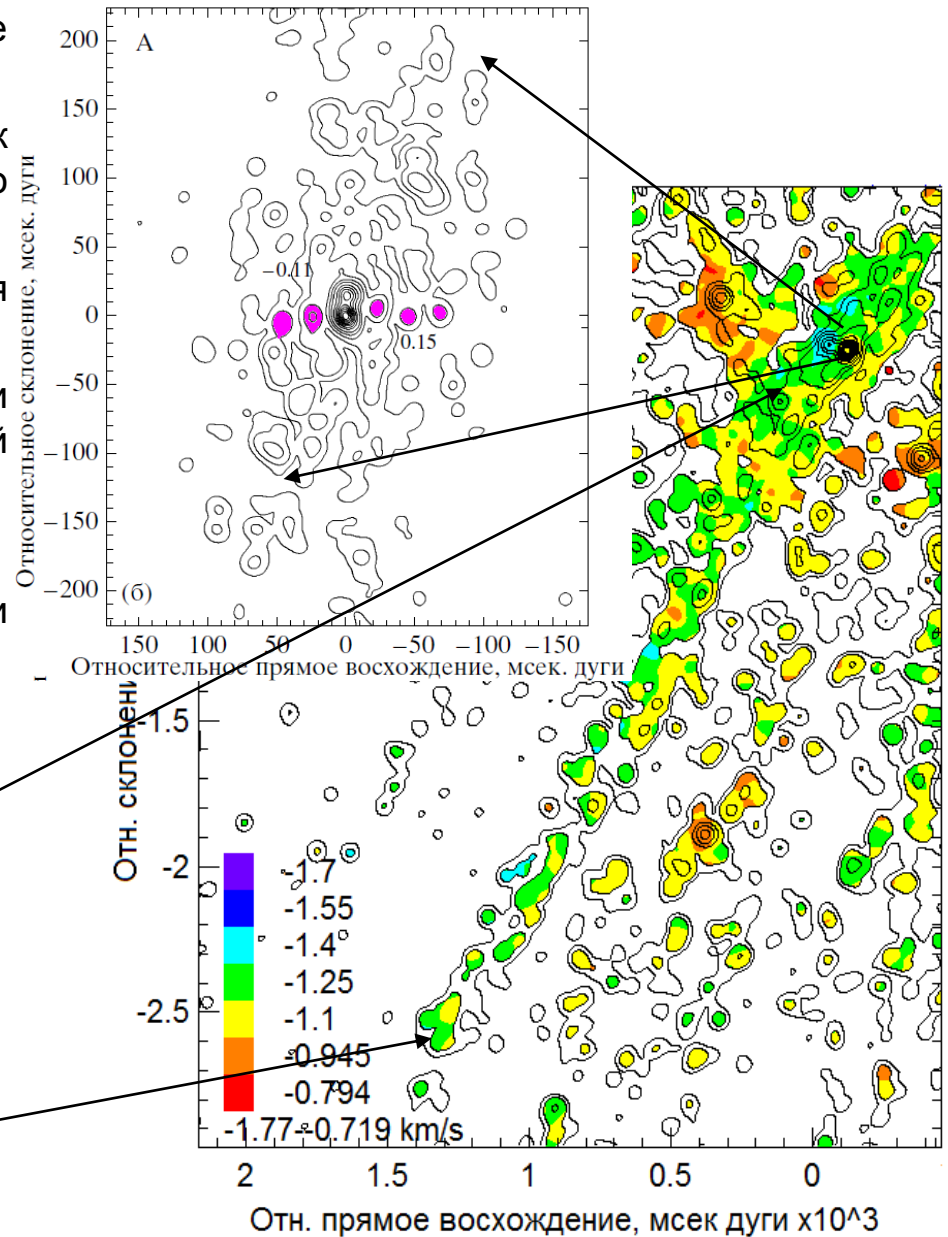
Ядро компоненты **B** состоит из двух деталей, разнесенных на 115 мсек. дуги или 230 а.е. в направлении  $35^\circ$ .

- Скорости деталей равны 4.0 км/с и 3.3 км/с. Их яркостная температура  $T_b \approx 0.2 \times 10^{10}$  К.
- Между деталями находится компонента, скорость которой равна  $-2.4$  км/с.



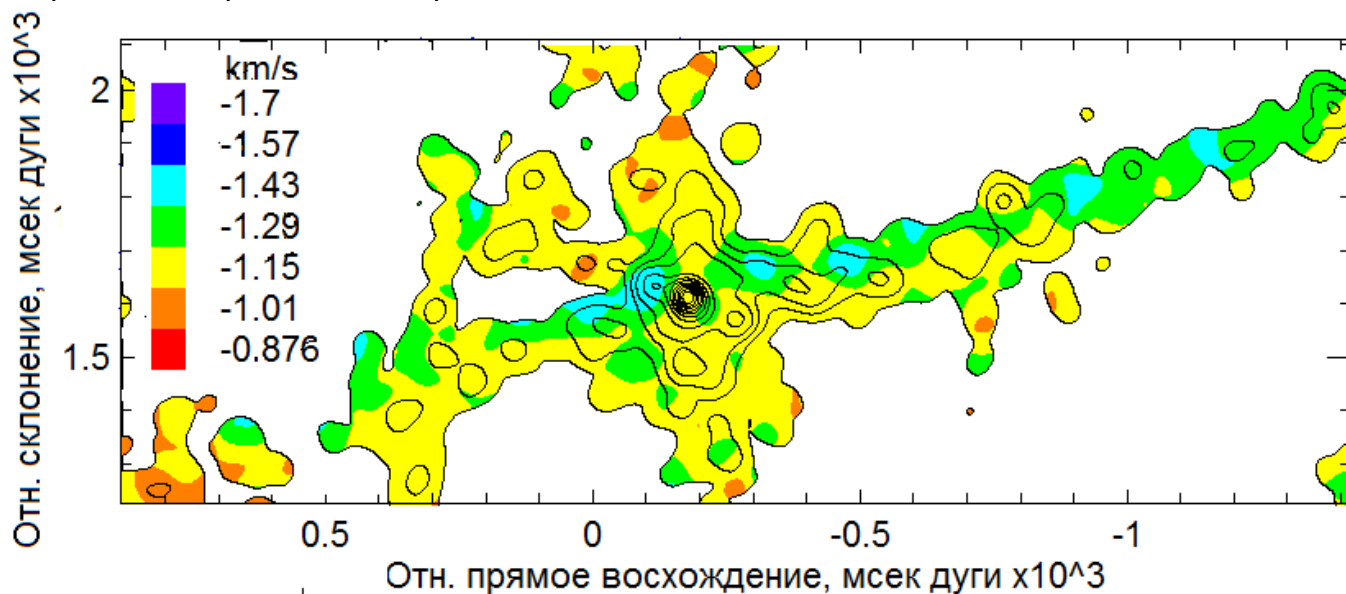
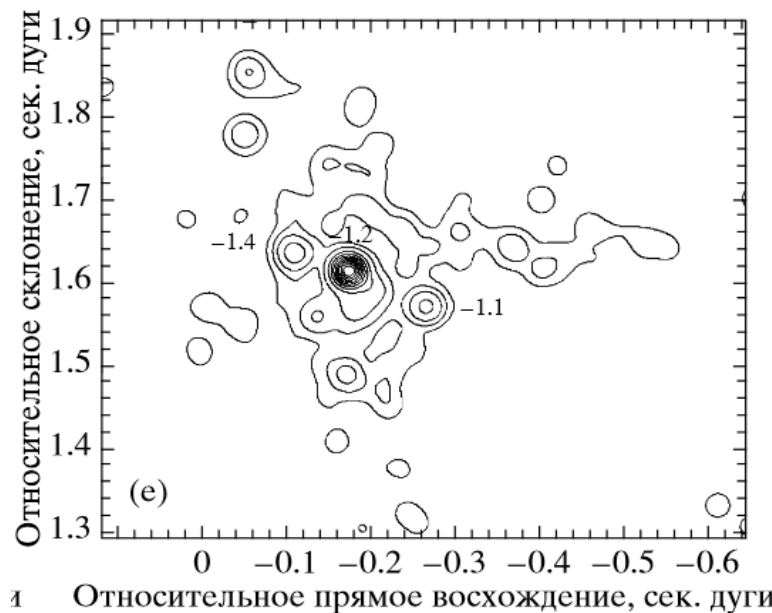
# Биполярные потоки - диски

- Обнаружены структуры, соответствующие вихрям, наблюдаемым с ребра.
- Окружающее вещество стекает по рукавам к центру и эжектируется в виде биполярного потока.
- Остаток аккрецирует на формирующееся центральное тело – звезду.
- Структура наблюдается в виде цепочки компонент – тангенциальных направлений рукавов, в центре которой расположена звезда.
- Размеры цепочки - вихря достигают 260 а.е.
- Эжектируемые биполярные потоки наблюдаются на расстоянии до  $10^4$  а.е



Во втором случае центральный источник, расположен между двух компонент, разнесенных на 70 мсек. дуги и 100 мсек. дуги.

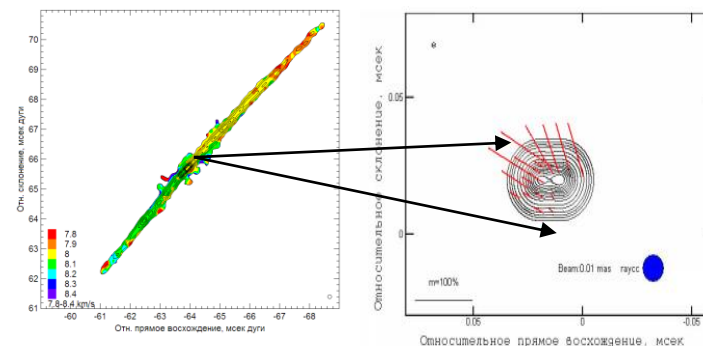
- Яркость центрального источника равна  $I_{\text{peak}} = 0.38$  Ян/луч,  $T_b \approx 0.6 \times 10^9$  К.
- Структура соответствует тангенциальным направлениям рукава спирали, наблюдаемой с ребра.
- Плоскость спирали ориентирована в картинной плоскости под углом  $67^\circ$ , ось вращения относительно спирали под углом  $-23^\circ$ .
- На скорости  $v = -1.42$  км/с в направлении  $53^\circ$  обнаружен джет, протяженностью до  $5 \times 10^3$  а.е.
- Яркость джета при усреднении  $\phi = 100$  мсек. дуги не превышает нескольких процентов пикового значения, равного  $T_b \approx 0.6 \times 10^9$  К.
- Яркости фрагментов спирали соответствуют  $\sim 20\%$  или  $T_b \approx 10^8$  К.
- Скорости фрагментов спирали снижаются по мере приближения к оси вращения с  $0.2$  км/с ( $\rho = 100$  мсек. дуги) до  $0.1$  км/с ( $\rho = 70$  мсек. дуги), что характерно для твердотельного вращения.



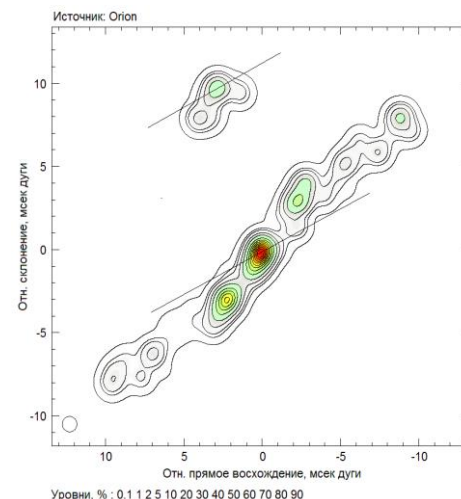
# Исследования Ориона КЛ

- Регулярные РСДБ исследования активной мазерной области в Орионе КЛ на волне 1.35 см проводятся с 1971 г.
- Обнаружена структура, сопутствующая формированию звезды – аккреционный диск, биполярный поток (Матвеев 1984 АЖ 10, 82).
- В центре находится компактный источник – эжектор, состоящий из двух сопел. Расстояние между которыми оценивалось в 10 мксек дуги (Демичев, Матвеев, 2004 АЖ 12, 979; Матвеев Сиваконь 2008, ПАЖ 34, 820).
- Эти исследования продолжены на системе «КВАЗАР-КВО», в том числе в поляризованном излучении. Выделены компоненты, излучение которых преобладает на скоростях 7.6 км/с и 7.0 км/с.
- Излучение линейно поляризовано, степень поляризации достигает 64 %. (Матвеев, Демичев и др, 2012, ПАЖ, 38, 645, Матвеев, Демичев и др, 2012 ПАЖ, 38, 853)
- Орион КЛ включен в программу исследований с Радиоастроном - разрешение 65 мксек дуги. Получены первые результаты: расстояние между компонентами около 11 мксек дуги что подтверждает наши оценки.

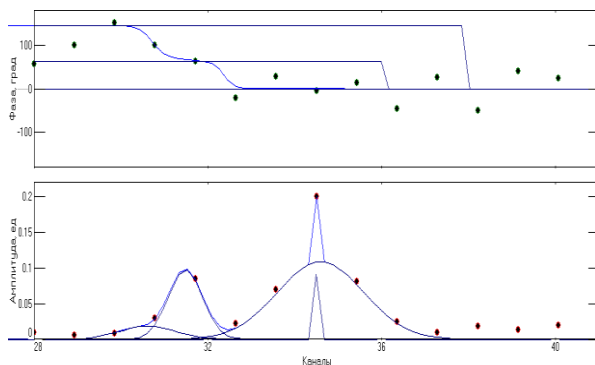
## VLBA



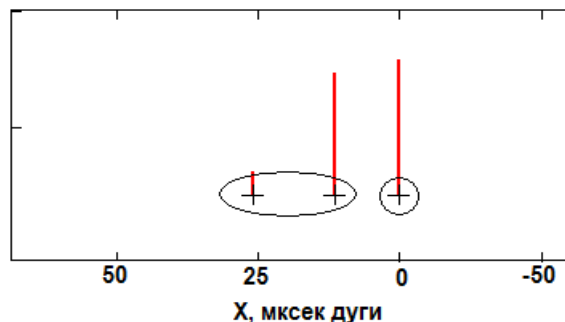
## КВАЗАР-КВО



## РАДИОАСТРОНОМ



РА-Торунь, 29.11.2013



Стрип-распределение сверхтонкой структуры ядра джета вдоль базы РА-Торунь



# ЗАКЛЮЧЕНИЕ



- Введена в действие система КВАЗАР-КВО в режиме спектральных исследований мазерных источников на волнах 1.35 и 18 см в левой и правой круговых поляризациях в полосе 4 МГц, с частотным разрешением 0.5 КГц.
- Получены радиокарты объекта W3 OH в линиях гидроксила  $\lambda=18$  см с усреднениями до 5 мсек дуги.
- Обнаружены компактные ядра, расположенные в центре цепочек, соответствующих тангенциальным направлениям рукавов вихря. Размеры ядер не превышают 5 мсек дуги. Яркостные температуры достигают  $10^{12}$  К.
- Вихревые структуры сопутствуют ранней стадии формирования звезд. Биполярные потоки вещества прослеживаются на расстояниях до  $10^4$  а.е. Размеры дисков достигают  $\sim 200$  а.е.
- Отождествлены компоненты в левой и правой круговой поляризациях. Отличие скоростей свидетельствует о Зимановском расщеплении в магнитном поле порядка 7.6 мГс.
- Получены первые предварительные данные по тонкой структуре Ориона КЛ в линиях водяного пара.

## Литература

1. А.М. Финкельштейн, А.В. Ипатов, С.Г. Смоленцев, И.А. Рахимов, С.А. Гренков, Л.И. Матвеев, В.А. Демичев. *Мониторинг потока радиоизлучения мазерного источника Орион КЛ на волне 1.35 см за период с 2011.50 по 2011.75*. Радиоастрономическая конференция, Ст. Петербург, 2011:
2. Л. И. Матвеев, В. А. Демичев, А. В. Ипатов, А. Е. Мельников, И. Ф. Суркис «Поляризация мазерного излучения H<sub>2</sub>O источника Орион КЛ в эпоху 2011.7», Письма в АЖ, т.38 № 9, с. 645, 2012
3. Л. И. Матвеев, В. А. Демичев, А. В. Ипатов, А. Е. Мельников, И. Ф. Суркис «Активная область звездообразования в Орионе КЛ, эпоха 2012», Письма в АЖ, т.38 № 12, с. 853, 2012.
4. Л.И.Матвеев, А.В.Ипатов, В.А.Демичев, А.Е.Мельников: «Структура объекта W3 OH в мазерных линиях гидроксила», ПАЖ 2014. 40, No 2-3, 115-130.