

УДК 524.5-77

## Наблюдения молекулярных мазеров на радиотелескопе РТ-22 КрАО

*А.Е. Вольвач<sup>1</sup>, Л.Н. Вольвач<sup>1</sup>, И.Д. Стрелка<sup>1</sup>, В.М. Шульга<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> НИИ “Крымская астрофизическая обсерватория”, 98409, Украина, Крым, Научный

<sup>2</sup> Радиоастрономический институт НАНУ, 61002, Харьков

Поступила в редакцию 14 февраля 2006 г.

**Ключевые слова:** звездообразование, мазеры

---

### 1 Введение

Существование мазерного излучения в межзвездной среде рассматривается в современной астрофизике как один из важнейших признаков процессов звездообразования. Поэтому наблюдения этих объектов интенсивно ведутся практически на всех радиоастрономических инструментах мира. Первые наблюдения источников мазерного излучения с помощью 22-метрового радиотелескопа Крымской астрофизической обсерватории – РТ-22 были начаты более 20 лет назад. Но имевшаяся на то время аппаратура позволяла исследовать только интенсивные мазеры, в основном излучающие в миллиметровом диапазоне длин волн на молекулах воды и на молекулах SiO.

В последние несколько лет в КрАО поставлена задача проведения на радиотелескопе РТ-22 многочастотных наблюдений мазерных источников: от дециметрового до миллиметрового диапазонов длин волн. Такой широкий диапазон позволяет изучать практически все известные космические мазеры. Следует отметить, что лишь на нескольких радиотелескопах в мире реализованы такие возможности для наблюдений. Это объясняется необходимостью создания сложных приемных систем, требующих учета специфики наблюдений в каждой части широкого диапазона длин волн.

На РТ-22 за прошедшие 2 года была проведена модернизация существующих приемных устройств, а также созданы приемные системы на новые частотные диапазоны. Выбор частотных диапазонов в основном определялся задачами наблюдения наименее изученных мазерных источников, поэтому разработка новых приемных систем была направлена на достижение предельно возможной чувствительности.

### 1 Наблюдения мазерных источников в дециметровом и сантиметровом диапазонах длин волн

Для дециметрового и сантиметрового диапазонов длин волн разработана приемная аппаратура для наблюдений источников мазерного излучения на молекулах гидроксила и водяного пара. Используются как криогенные, так и неохлаждаемые приемники с усилителями на

транзисторах с малыми собственными шумами и высокой подвижностью электронов

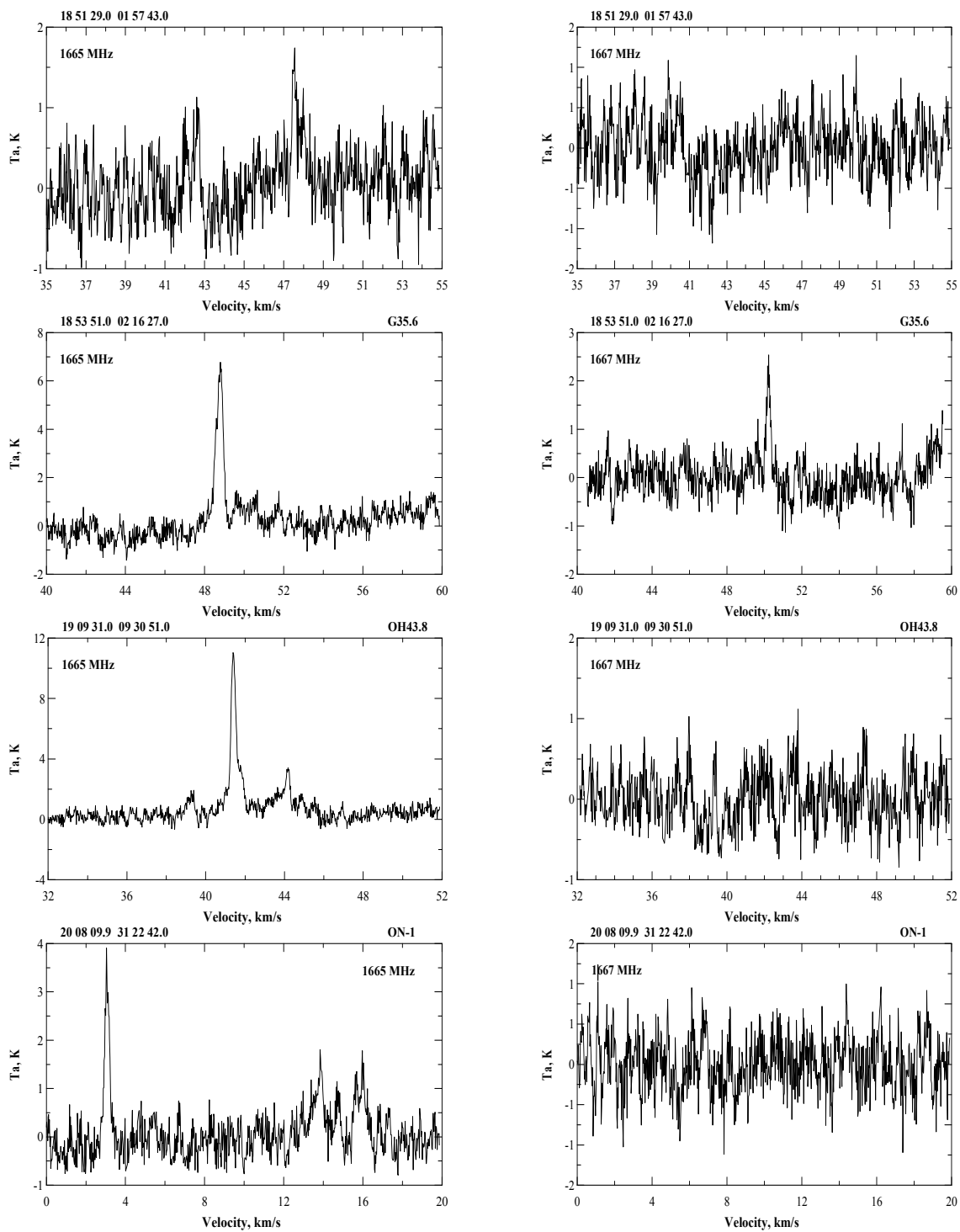


Рис.1. Звездные и незвездные источники излучения молекул OH

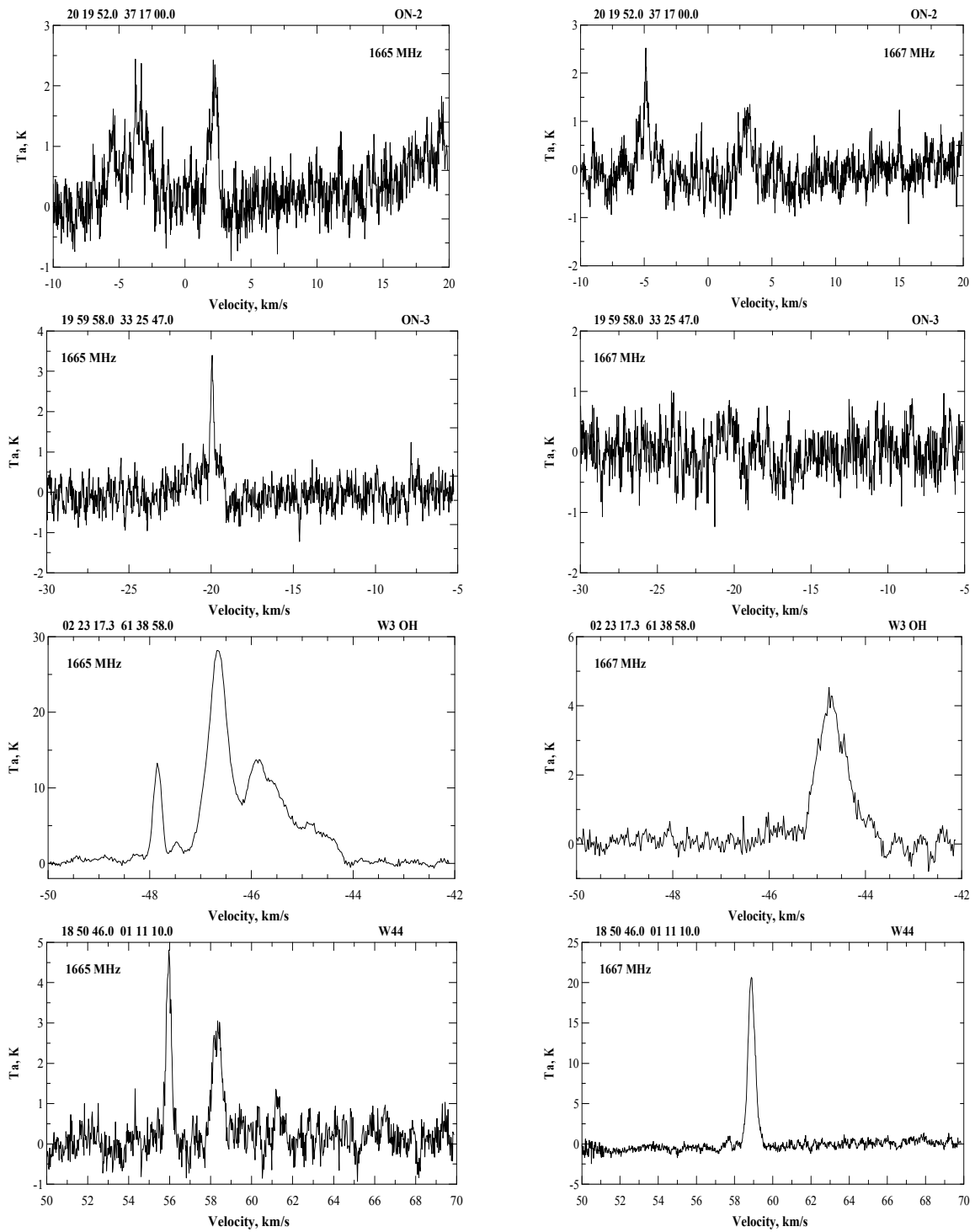


Рис.1. Звездные и незвездные источники излучения молекул OH

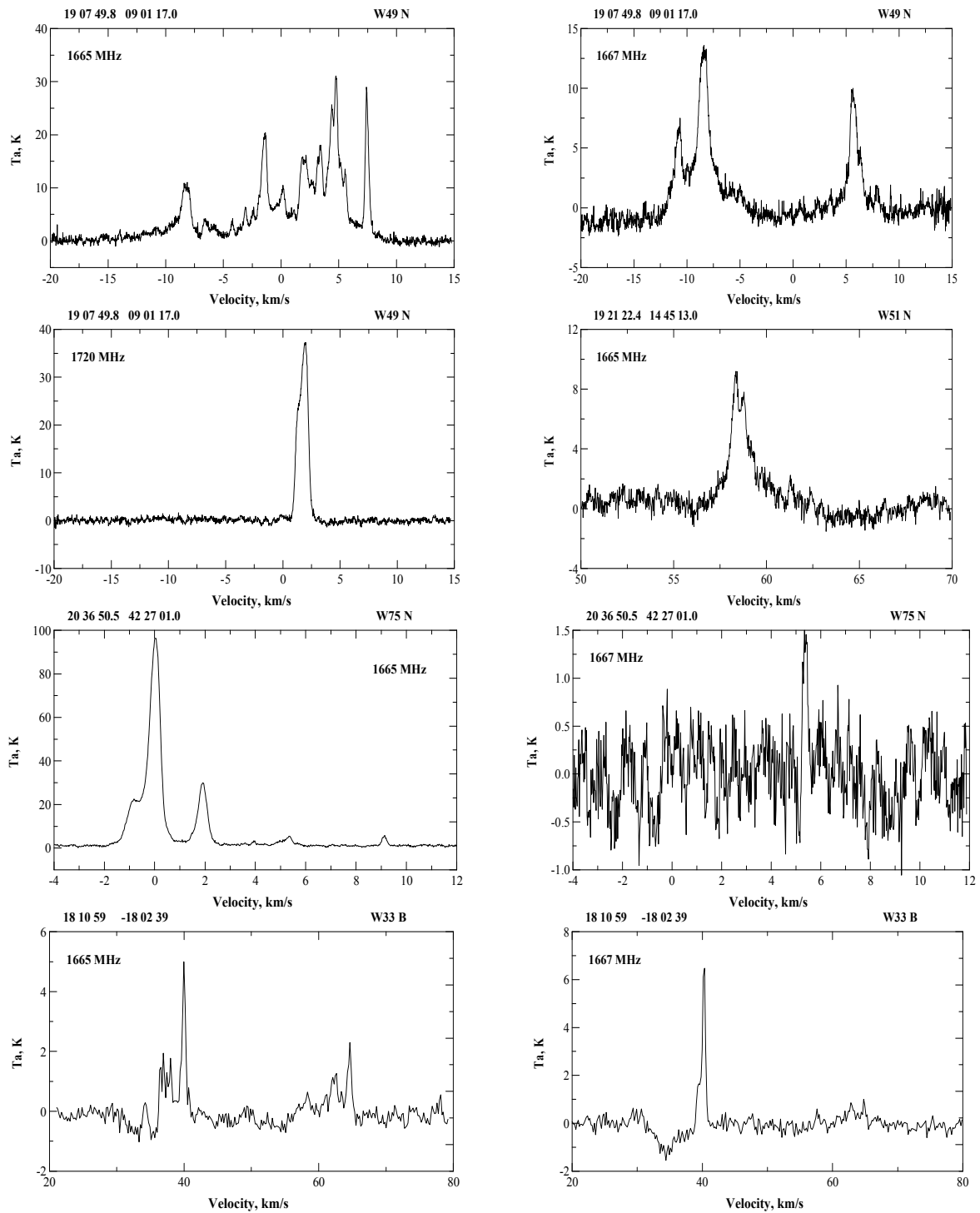


Рис.1. Звездные и незвездные источники излучения молекул OH

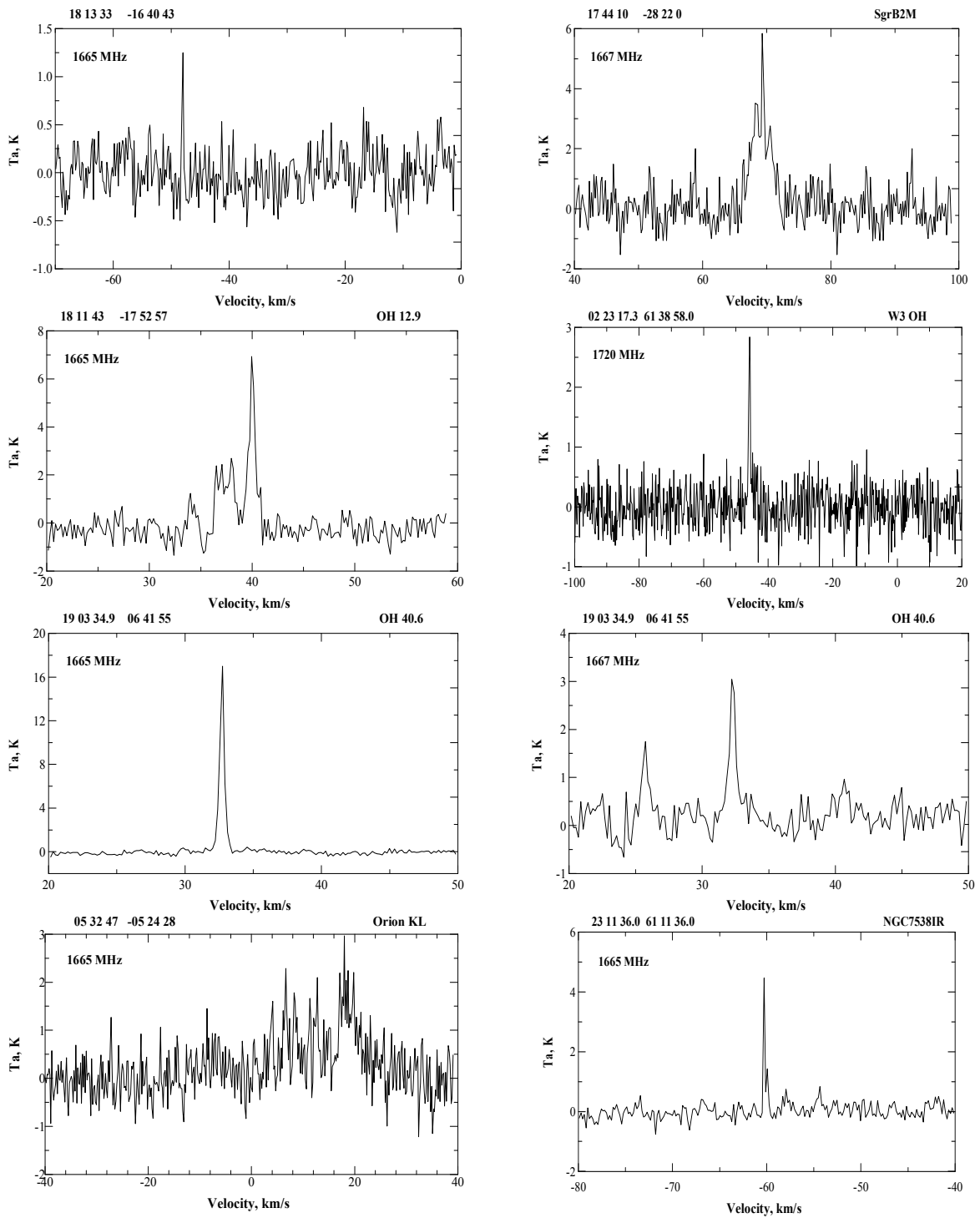


Рис.1. Звездные и незвездные источники излучения молекул OH

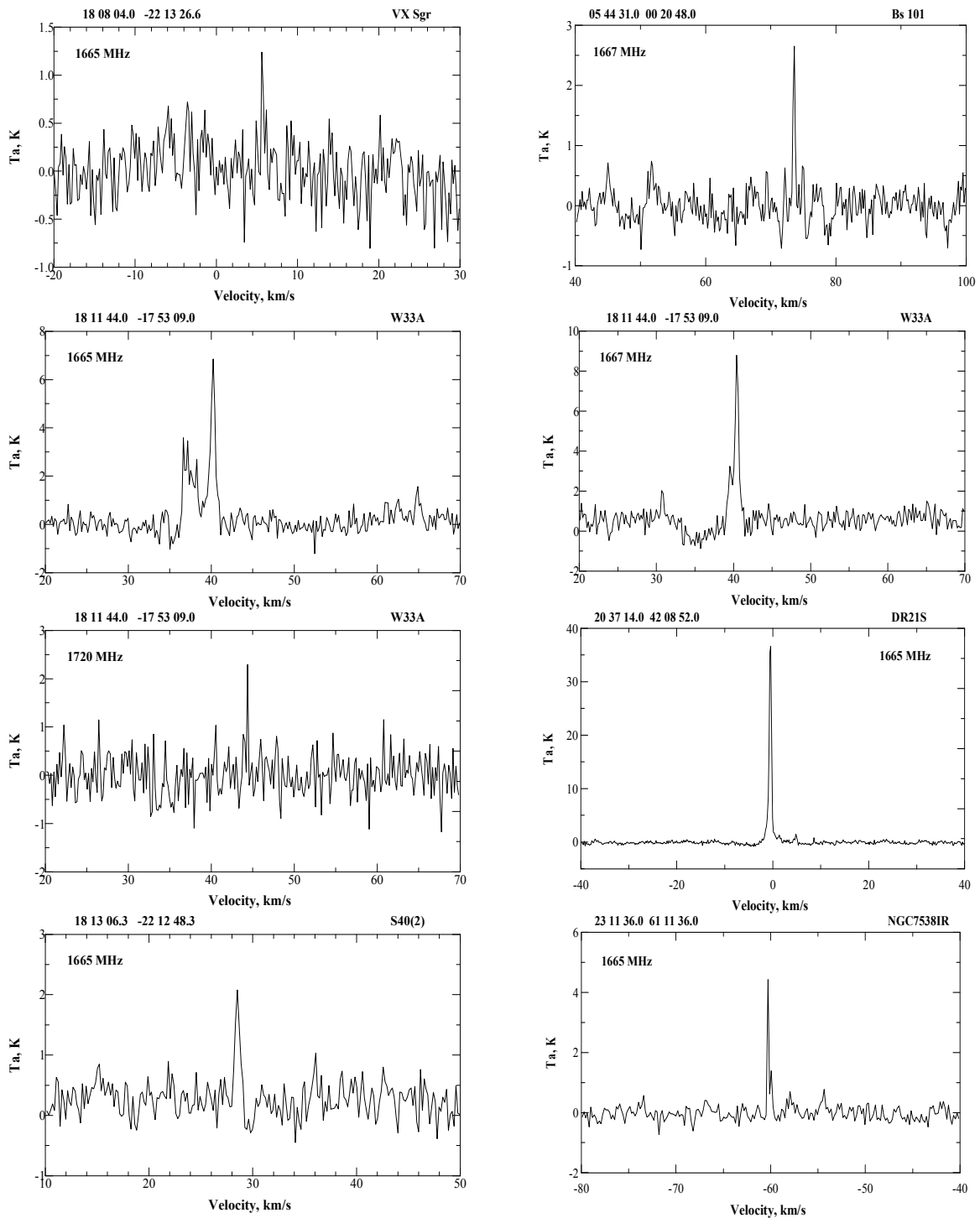


Рис.1. Звездные и не звездные источники излучения молекул OH

(НЕМ – транзисторах), что обеспечивает собственную шумовую температуру приемных систем  $T_{ш} \approx 30$  K на частоте 1.6 ГГц (неохлаждаемый),  $T_{ш} \approx 10$  K на частоте 4.8 ГГц (криогенный),  $T_{ш} = 22$  K на частоте 22 ГГц (криогенный). В развитие традиционных в мире наблюдений, при которых изучалось излучение основного состояния  ${}^2\Pi_{1/2}$  молекулы OH (на частотах 1.612 ГГц, 1.665 ГГц, 1.667 ГГц, 1.720 ГГц), создание приемника на частоте 4.8 ГГц позволяет проводить исследования излучения на переходах состояния  ${}^2\Pi_{3/2}$ .

### 1.1 Мазерные источники излучения молекулы ОН на длине волны 18 см.

Источники радиоизлучения гидроксила ОН на длине волны 18 см представляют собой уникальные объекты межзвездной среды. Они имеют весьма малые угловые размеры, а их излучение, имеющее относительно большую интенсивность, наблюдается в очень узкой полосе частот. Характерным свойством этих объектов является то, что интенсивность их излучения и поляризация могут заметно изменяться со временем, свидетельствуя о нестационарности процессов, которыми эти излучения вызываются. Статистические исследования временных характеристик источников мазерных линий ОН и выявление возможных закономерностей является актуальной задачей изучения процессов звездообразования.

На рис. 1 приведен наблюдательный материал, относящийся к источникам мазерного излучения, связанного как со звездами раннего спектрального класса, т.н. “незвездными” мазерными источниками, так и относящийся к источникам мазерного излучения, связанного со звездами позднего спектрального типа, т.н. “звездными” мазерными источниками, в окрестностях которых обнаружено мазерное излучение ОН.

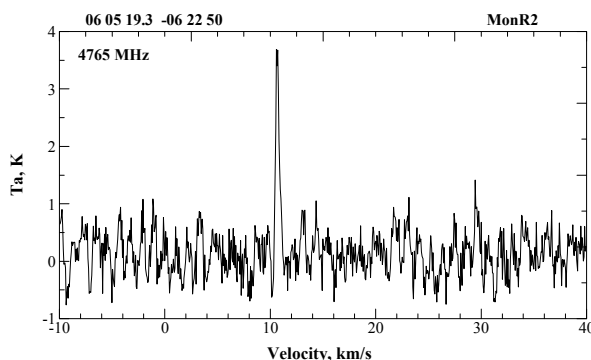


Рис. 2. Мазерное излучение молекулы ОН на частоте 4765 МГц.

### 1.2 Мазерные источники излучения молекулы ОН на длине волны 6 см.

Наблюдения на длинах волн вблизи 6 см (частота около 4.7 ГГц) позволяют проводить изучение мазерного излучения на переходах, относящихся к энергетическому состоянию  ${}^2\Pi_{3/2}$  молекулы ОН. Интенсивность мазерного излучения на этих переходах во много раз слабее излучения на переходах, относящихся к основному состоянию  ${}^2\Pi_{1/2}$  и наблюдаемых на длине волны 18 см. Число наблюдаемых источников на частотах вблизи 4.7 ГГц не превышает трех десятков. Созданная новая приемная аппаратура позволила начать изучение этих мазеров. На рис. 2 приведен спектр излучения источника MonR2.

### 1.3 Мазерные источники излучения молекулы Н<sub>2</sub>О.

До 2000 г. наблюдения мазерных источников в линии водяного пара на длине волны 1.35 см проводились с помощью аппаратуры, применяющейся при интерферометрических наблюдениях со сверхдлинными базами [1]. В 2000 г. был разработан и введен в действие спектрально-поляриметрический приемник для автоматизированных наблюдений. Профиль спектра исследуемого источника определялся путем изменения частоты третьего гетеродина, то есть смеще-

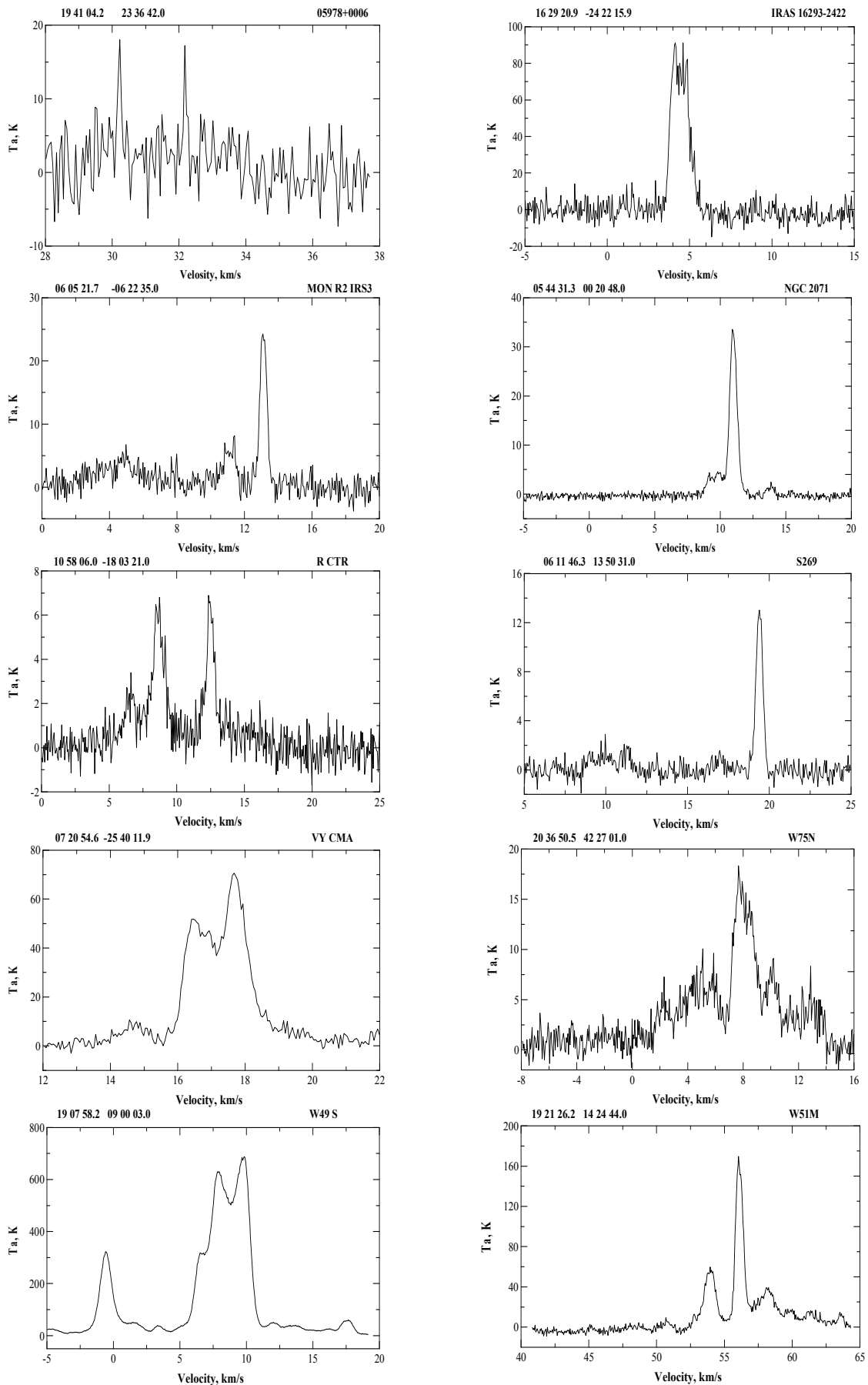
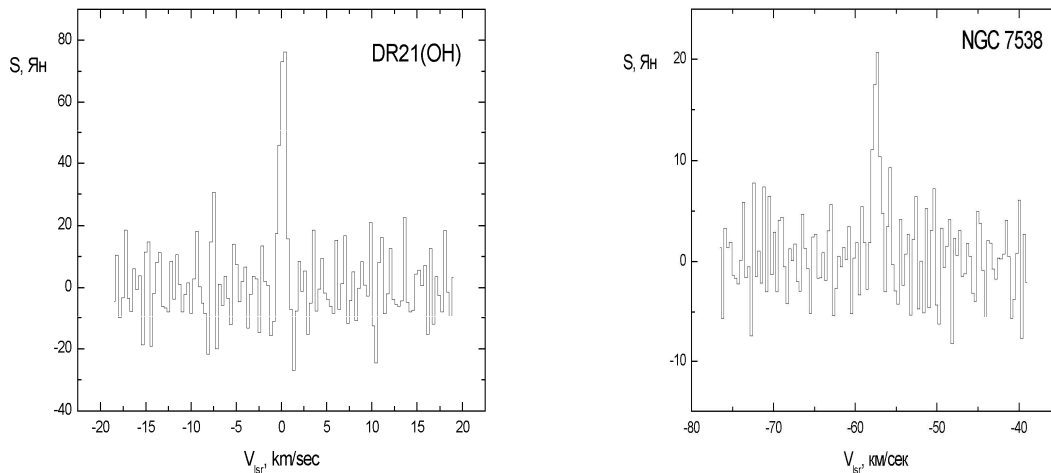


Рис. 3. Источники излучения молекул H<sub>2</sub>O





**Рис.4.** Источники излучения на частоте 95 ГГц.

нием полосы приема по частоте с шагом 10 кГц, с последующей регистрацией зависимости выходного сигнала от частоты [2].

Начиная с 2002 г. разработан и введен в действие криоэлектронный радиометр с охлаждением на частоту 22 ГГц и Фурье спектр анализатор параллельного типа, что существенно увеличило частотное разрешение и дало возможность проводить систематические и комплексные исследования областей звездообразования [3,4,5]. На рис. 3 приведены спектры источников мазерного излучения в линии водяного пара на длине волны 1.35 см.

## 2 Наблюдения мазерных источников в миллиметровом диапазоне длин волн.

В настоящее время на РТ-22 проводятся наблюдения источников мазерного излучения SiO и CH<sub>3</sub>OH в миллиметровом диапазоне длин волн. Новыми для исследований на РТ-22 в последнее время стали мазеры на молекуле метанола. Особенности структуры их энергетических уровней позволяют проводить наблюдения на большом количестве переходов в трехмиллиметровом диапазоне длин волн. Для этого используется высокочувствительный криогенный приемник супергетеродинного типа со смесителем на диоде Шоттки [6]. Шумовая температура приемника в полосе частот от 85 ГГц до 115 ГГц не превышает 90 К [7]. Широкий частотный диапазон позволяет проводить исследования SiO мазеров ( $f=86,243$  ГГц). Вместе с тем это расширяет возможности многочастотного исследования мазерных источников CH<sub>3</sub>OH на нескольких переходах (на частотах 95 ГГц, 107 ГГц и др.). На рис. 4 показаны спектры излучения на частоте 95 ГГц в DR21(OH) и NGC7538.

## 3. Заключение

Таким образом, в настоящее время радиотелескоп РТ-22 оснащен приемными системами для многочастотных спектральных исследований практически всех известных космических мазеров.

## 4. Благодарность

Авторы благодарны персоналу РТ-22 за помощь в проведении наблюдений. Работа частично поддержана грантом INTAS IA 03-59-11.

## Литература

- А.Е. Вольвач, Л.И. Матвеев, Н.С. Нестеров. // Спектрально-поляриметрические наблюдения линии H<sub>2</sub>O (1.35 см) в Орионе KL. Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 1995. Т. 89. С. 108-110.
- А.Е. Вольвач, И.Д. Стрепка, Н.С. Нестеров, П.С. Никитин. // Спектрально-поляриметрический приемник для автоматизированных наблюдений мазерных источников в линии водяного пара на волне 1.35 см. Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 2002. Т. 9. С. 157-161.
- Н.С. Нестеров, А.Е. Вольвач, И.Д. Стрепка, В.М. Шульга, В.И. Лебедь, А.М. Пилипенко. // Радиометр на частоту 22 ГГц для международной РСДБ станции "СИМЕИЗ". Радиофизика и радиоастрономия. 2000. Т. 5. № 3. С. 320-322.
- Вольвач А.Е., Стрепка И.Д., Никитин П.С., Вольвач Л.Н., Шульга В.М., Антюфеев А.В., Мышенко В.В. // Спектральный анализатор для изучения на РТ-22 КрАО мазерных источников. 13-я Международная конференция "СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии" 8-12 сентября 2003 г. Севастополь. Крым. Украина. С. 776-777.
- Антюфеев А.В., Шульга В.М. // Спектральный анализатор на базе персонального компьютера для радиоастрономических исследований. Радиотехника. 2005. № 10. С. 145-148.
- Piddyachiy V.I., Shulga V.M., Korolev A.M., Myshenko V.V. // High Doping Density Schottky Diodes in the 3mm Wavelength Cryogenic Heterodyne Receiver. International Journal of Infrared and Millimeter Waves. 2005. V. 26, № 9. P. 1307-1315.
- Piddyachiy V.I., Korolev A.M., Shulga V.M. // A Very Low-noise Integrated 3mm-Wave Schottky Diode Mixer and PHEMT IF Amplifier. International Journal of Infrared and Millimeter Waves. 2005. V. 26. № 10. P. 1381-1388.