

Исследование переменности источников мазерного излучения на РТ-22 КРАО и РТ-22 ПРАО

А. Е. Вольвач, В. А. Самодуров¹, А. М. Толмачев¹, Л. Н. Вольвач, И. А. Субаев¹,
Г. М. Рудницкий², М. И. Пашенко²

*Лаборатория радиоастрономии НИИ “Крымская астрофизическая обсерватория”,
Кацивели, Ялта, 98688, Украина*

¹*Пуцинская радиоастрономическая обсерватория АКЦ ФИАН, Россия*

²*Государственный астрономический институт им. Штернберга МГУ, Россия*

С целью объединения и координации научно-исследовательских работ между НИИ “КРАО” (Украина), ПРАО АКЦ ФИАН (Россия) и ГАИШ МГУ (Россия) в области спектральной радиоастрономии с помощью 22-метрового радиотелескопа РТ-22 КРАО и 22-метрового радиотелескопа РТ-22 ПРАО проведены исследования переменности мазерных источников в линии водяного пара на длине волны 1.35 см и мазерных источников излучения молекулы гидроксила на длине волны 18 см. Проведен мониторинг около 300 объектов мазерного излучения в линии водяного пара на волне 1.35 см и порядка 40 источников в линии гидроксила на длине волны 18 см со спектральным разрешением 0.1 и 0.02 км/с соответственно. Проведен анализ вариаций спектров источников мазерного излучения в линии водяного пара на волне 1.35 см: WB 652, GGD 4, V391 Cyg, DR Cyg, IRAS 22480+6002 за период 1994–2007 гг.

Наблюдения

Начиная с 1979 г. на радиотелескопе РТ-22 ПРАО (ПРАО АКЦ ФИАН, Россия) объединенной группой ГАИШ (Лехт Е. Е., Рудницкий Г. М., Пашенко М. И. и др.) и ПРАО АКЦ ФИАН (Берулис Й. Й., Самодуров В. А., Толмачев А. М., Субаев И. А. и др.) проводятся регулярные спектральные наблюдения большой выборки объектов мазерного излучения в линии водяного пара на волне 1.35 см [1, 2]. Начиная с 2005 г. проводятся регулярные наблюдения мазерного излучения в линии гидроксила на длине волны 18 см [3].

С помощью РТ-22 КРАО (НИИ “Крымская астрофизическая обсерватория”, Украина) первые наблюдения источников мазерного излучения в линии водяного пара на волне 1.35 см и в линии гидроксила на длине волны 18 см были начаты более 20 лет назад. В последние несколько лет в НИИ “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 [4–6].

С целью объединения и координации наблюдений и получения новых научных результатов достигнута договоренность о проведении совместных регулярных спектральных наблюдений мазерных источников на РТ-22 КРАО и РТ-22 ПРАО.

Результаты

За период 1994–2007 гг. проведен мониторинг около 300 источников мазерного излучения в линии водяного пара на волне 1.35 см и порядка 40 источников в линии гидроксила на длине волны 18 см при помощи радиотелескопов РТ-22 ПРАО и РТ-22 КРАО.

В данной работе представлены спектры и проведен анализ их вариаций за период 1994–2007 гг. для источников мазерного излучения в линии водяного пара на волне 1.35 см: WB 652, GGD 4, V391 Cyg, DR Cyg, IRAS 22480+6002. В таблице 1 приведены основные характеристики наблюдаемых источников.

Таблица 1. Основные данные о наблюдательных источниках

Источник	$\alpha(1950)$	$\delta(1950)$	V_{LSR} , км/с	$Flux_{peak}$, Ян
WB 652	5 27 31	33 45 12	-12.0 ÷ +4.0	~ 100
GGD 4	5 37 21.8	23 49 24	-3.0 ÷ +10.0	~ 10 ... 1000
V391 Cyg	19 39 26	48 40 26	-30.0 ÷ -17.0	~ 50
DR Cyg	20 41 47	37 59 2	+5.5 ÷ +18.5	~ 10
IRAS 22480+6002	22 48 1	60 2 1	-70.0 ÷ -44.0	~ 30

WB652 (AFGL 5142)

Обнаружено, что космический мазер в данной области звездообразования ведет себя на представленном временном отрезке довольно стабильно. Наблюдается устойчивая группа спектральных деталей в интервале лучевых скоростей от -10.0 до +3.0 км/с с потоком порядка нескольких десятков Ян в линии.

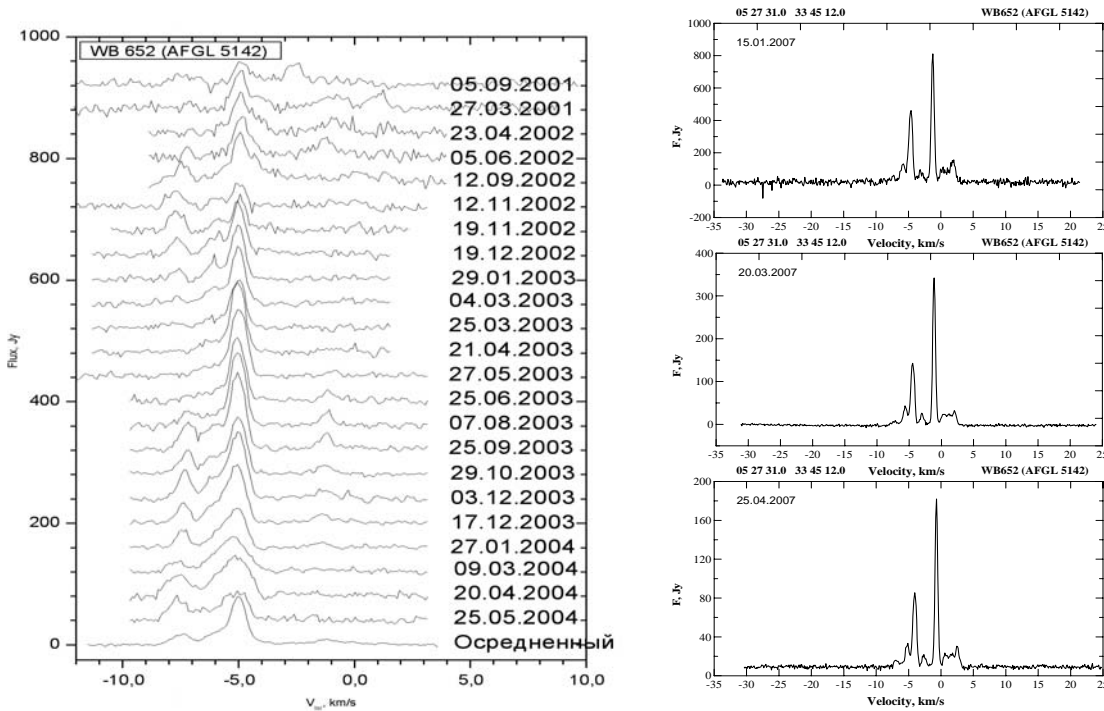


Рис. 1. Спектр источника WB652

Из анализа вариаций потоков на разных участках спектра найдено, что левая часть спектра на оси лучевых скоростей в 2001 – 2004 гг. изменяла свой поток в противофазе с потоком с правой половины спектра. В то время как поток от правой зоны спектра (-3.3÷+1.5 км/с) рос, поток от левой зоны спектра (-9.5÷-3.4 км/с) падал. Такая антикорреляция потоков достаточно типична, например для диско- и торообразных структур вокруг молодых звезд. Другое возможное объяснение – данное излучение порождено двумя биполярными струями от молодой звезды. Но отсутствие сильных смещений спектральных деталей позволяет предположить, что в

данном случае мы скорее всего имеем дело с торообразной структурой около молодой звезды диаметром несколько десятков а. е., в которой возникло явление конкуренции за накачку излучения между противоположно движущимися к нам частями газопылевого тора.

GGD4

Космический мазер в данной области звездообразования ведет себя на представленном временном отрезке крайне нестабильно. Большую часть времени он демонстрирует достаточно слабый поток, порядка нескольких десятков янских в линии, либо полное отсутствие наблюдаемого потока излучения (т. е. ниже 5 Ян). Однако в 2003 г. данный источник отметился неожиданно мощной вспышкой до 1000 Ян потока в линии. Причем заметно, что вспышка, возникнув в мощной детали в зоне лучевых скоростей $\sim +5.5$ км/с (июнь 2003 г.), привела к ее распадению на группу и устойчивое смещение в зону $\sim +7.5$ км/с (конец мая 2004 г.).

Наиболее адекватное объяснение этому можно дать, если считать, что данная вспышка происходит в мощной струе вещества с излучающими ускоряющимися мазерными конденсациями.

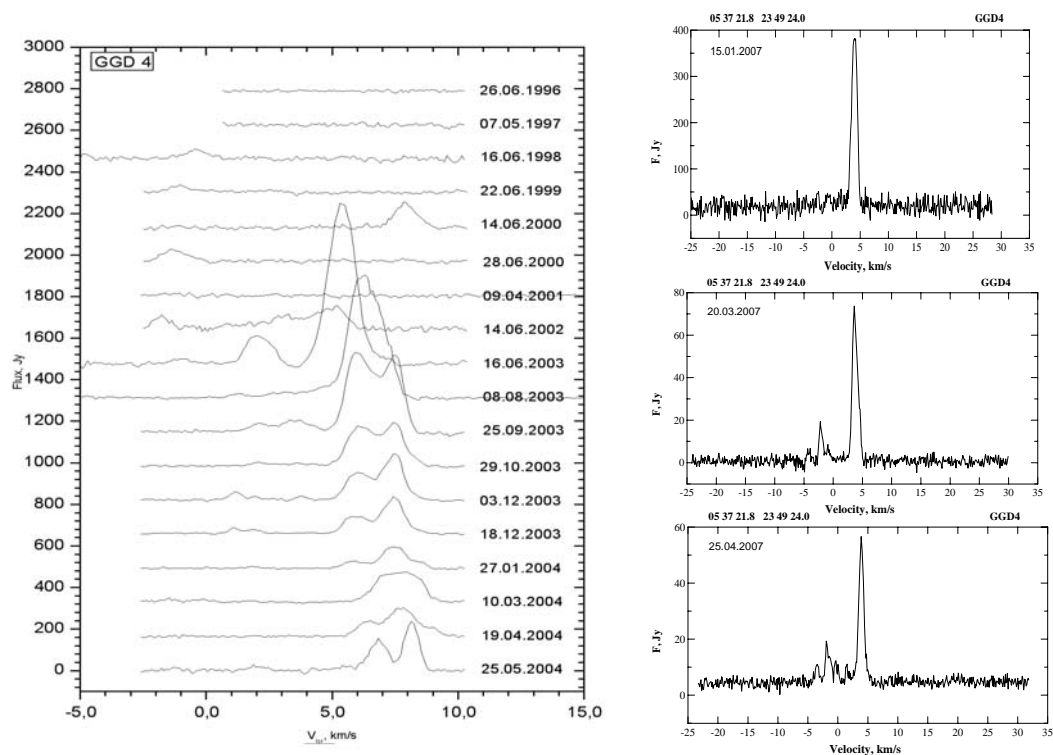


Рис. 2. Спектр источника GGD4

V391 Cyg

Космический мазер для данной звезды позднего спектрального класса показывает переменный поток в диапазоне 30÷80 Ян в линии на скорости $V_{LSR}=23.1$ км/с. Приблизительный период изменения потока составляет порядка 500 суток, причем поведение потока в линии водяного лазера хорошо повторяет (с некоторой задержкой в 50÷100 дней) поведение блеска данной переменной звезды в оптическом диапазоне. Главная деталь спектра обычно устойчиво разлагается на две гауссианы, которые, наиболее вероятно, порождаются излучением с противоположных частей газопылевой оболочки вокруг данной звезды позднего спектрального класса.

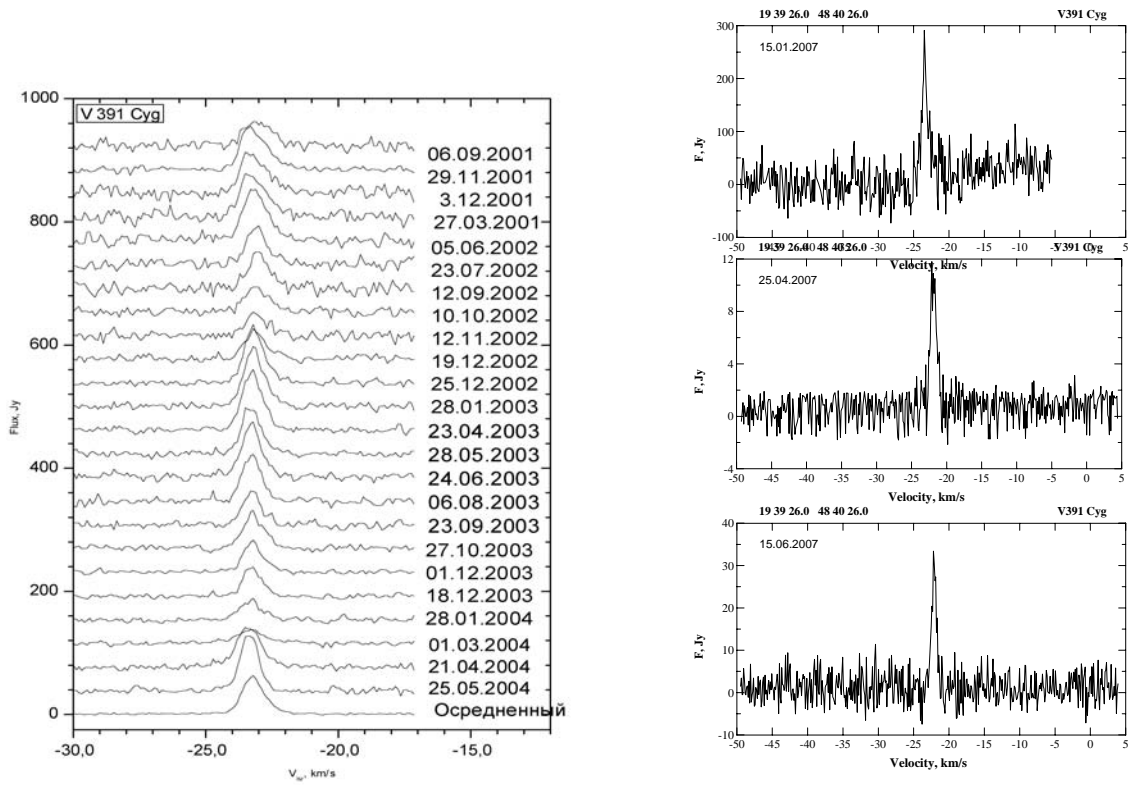


Рис. 3. Спектр источника V391 Cyg

DR Cyg

Космический мазер для данной звезды позднего спектрального класса показывает слабый поток порядка 10 Ян в линии на VLSR=12.7 км/с, временами эта деталь исчезает с приближительной периодичностью 300÷400 суток. Ввиду крайней слабости данной детали ее изучение затруднительно. Однако можно отметить, что периоды ее наилучшей видимости опять же хорошо согласуются с максимумами блеска звезды в оптическом диапазоне.

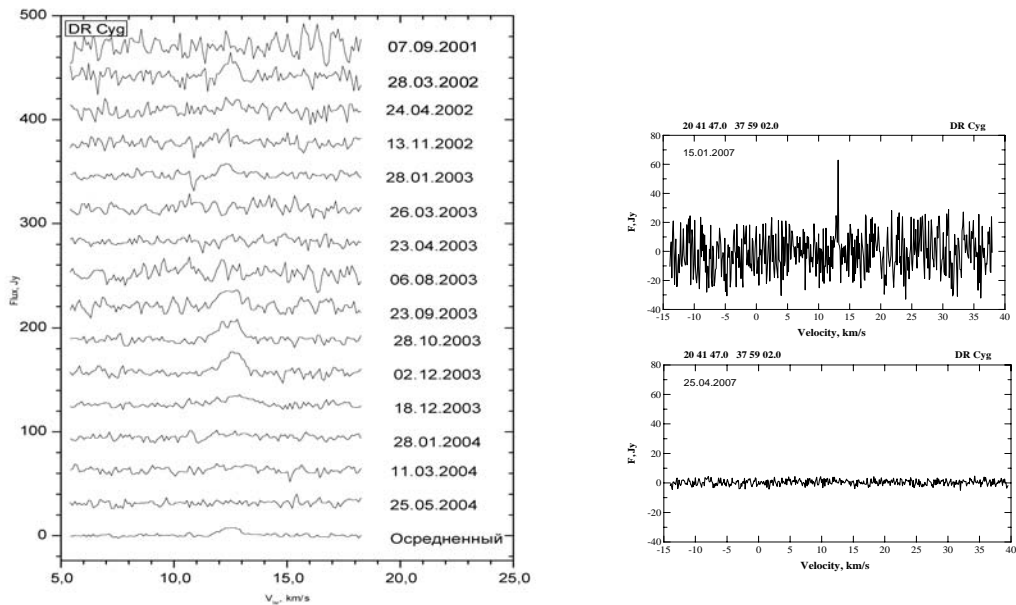


Рис. 4. Спектр источника DR Cyg

IRAS22480+6002

Космический мазер (в литературных данных более принято считать, что это случай мазера в звезде позднего спектрального класса) ведет себя на представленном временном отрезке достаточно стабильно. Мы наблюдали 2 устойчивых группы спектральных деталей на интервале лучевых скоростей от -64.0 до -45.0 км/с с потоком порядка 20 Ян в линиях. Судя по накопленным данным эти группы спектральных деталей демонстрируют антикорреляцию поведений спектральных потоков. Это служит свидетельством того, что их излучение порождается одной и той же физически связанной областью.

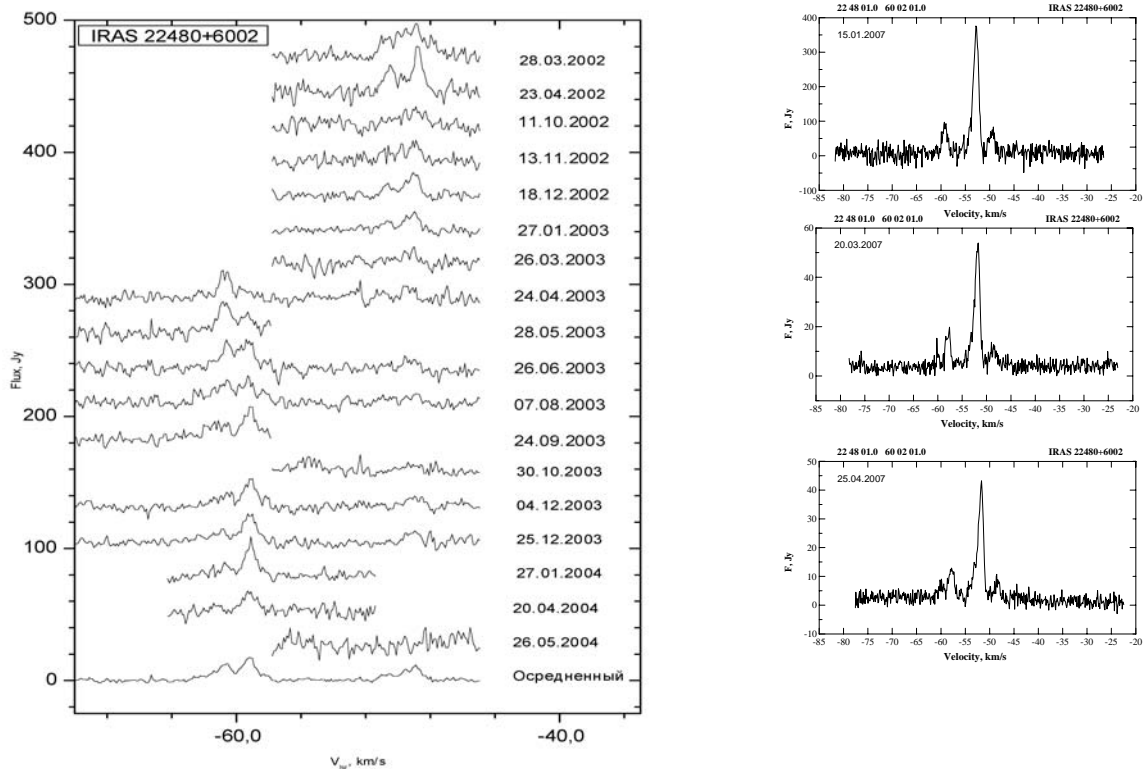


Рис. 5. Спектр источника IRAS22480+6002

Заключение

Проведен анализ вариаций спектров источников мазерного излучения в линии водяного пара на волне 1.35 см: WB 652, GGD 4, V391 Cyg, DR Cyg, IRAS 22480+6002 за период 1994–2007 гг.

Начало совместной работы двух радиотелескопов: РТ-22 ПРАО АКЦ ФИАН (г. Пушино, Россия) и РТ-22 КраО (НИИ “Крымская астрофизическая обсерватория”, Украина) – позволило объединить ряды данных по мазерным источникам двух обсерваторий, что дает возможность значительно повысить эффективность научной работы. Распределение времени наблюдений между двумя научно-исследовательскими группами с целью мониторинга всех доступных для наблюдений мазерных источников позволило более тщательно откалибровать ряды наблюдений и рассматривать их как единый комплекс.

Российские участники публикации выражают признательность фонду РФФИ (грант 06-02-16806-а) за поддержку их работы.

Литература

1. Рудницкий Г. М., Лехт Е. Е., Пашченко М. И., Самодуров В. А., Субаев И. А., Толмачёв А. М. Труды Государственного Астрономического Института им. П. К. Штернберга, 2005, том LXXVIII, с. 61.
2. Rudnitskij G. M., Pashchenko M. I., Lekht E. E., Samodurov V. I., Subaev I. A., Tolmachev A. M. IAU Symposium 242. Astrophysical masers and their environments. 12 to 16 March 2007, Alice Springs, Australia.
3. Самодуров В. А., Коваленко А. В., Логвиненко С. В., Субаев И. А., Толмачёв А. М., Рудницкий Г. М. Труды Государственного Астрономического Института им. П. К. Штернберга, 2005, том LXXVIII, с. 79.
4. Вольвач А. Е., Матвеев Л. И., Нестеров Н. С. Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 1995, т. 89, с. 108-110.
5. Вольвач А. Е., Стрелка И. Д., Нестеров Н. С., Никитин П. С. Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 2002, т. 98, с. 157-161.
6. Вольвач А. Е., Вольвач Л. Н., Стрелка И. Д., Шульга В. М. Изв. Крымск. Астрофиз. обсерв. 2007, т. 103, №3, с. 65-74.

Дослідження змінності джерел мазерного випромінювання на РТ-22 КРАО та РТ-22 ПРАО

О. Є. Вольвач, В. А. Самодуров, А. М. Толмачев, Л. М. Вольвач, І. А. Субаев, Г. М. Рудницький, М. І. Пашченко

З метою об'єднання і координації науково-дослідницьких робіт між НДІ “КрАО” (Україна), ПРАО АКЦ ФІАН (Росія) і ДАІШ МДУ (Росія) у галузі спектральної радіоастрономії за допомогою 22-метрового радіотелескопа РТ-22 КрАО і 22-метрового радіотелескопа РТ-22 ПРАО виконано дослідження змінності мазерних джерел в лінії водяної пари на довжині хвилі 1.35 см і мазерних джерел випромінювання молекули гідроксилу на довжині хвилі 18 см. Виконано моніторинг близько 300 об'єктів мазерного випромінювання в лінії водяної пари на хвилі 1.35 см і близько 40 джерел у лінії гідроксилу на довжині хвилі 18 см зі спектральним розділенням 0.1 і 0.02 км/с відповідно. Проаналізовано варіації спектрів джерел мазерного випромінювання в лінії водяної пари на хвилі 1.35 см: WB 652, GGD 4, V391 Cyg, DR Cyg, IRAS 22480+6002 за період 1994–2007 рр.

CRAO RT-22 and PRAO RT-22 Investigations of the Maser Sources Variability

A. E. Volvach, V. A. Samodurov, A. M. Tolmachev, L. N. Volvach, I. A. Subaev, G. M. Rudnitskij, and M. I. Pashchenko

For co-ordination of the research activity between CrAO (Ukraine), PRAO ASC FIAS (Russia) and SAISH MSU (Russia) in the field of spectral radio astronomy the variability of H₂O line in maser sources at 1.35 cm and that of OH line in maser sources at 18 cm were studied with the use of CrAO 22-m radio telescope RT-22 and PRAO 22-m radio telescope RT-22. About 300 H₂O maser sources and 40 OH maser sources were monitored with spectral resolution of 0.1 and 0.02 km/s, respectively. The spectrum variability of the H₂O maser sources WB 652, GGD 4, V391 Cyg, DR Cyg, IRAS 22480+6002 during 1994–2007 was analyzed.