

УДК: 524.3.520.874.7

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ МАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ГЛАВНЫХ ЛИНИЯХ МОЛЕКУЛЫ ОН. I. ЗВЕЗДНЫЕ МАЗЕРЫ

И. В. ГОСАЧИНСКИЙ, Р. А. КАНДАЛЯН, Ф. С. НАЗАРЕТЯН,
В. А. САНАМЯН. Н. А. ЮДАЕВА

Поступила 27 ноября 1989

Принята к печати 20 апреля 1990

Приведены результаты наблюдений 15 звездных мазерных источников на частотах 1665 и 1667 МГц, выполненных с помощью радиотелескопа РАТАН-600 в период с мая 1983 г. по декабрь 1988 г. Более подробно обсуждаются результаты наблюдений источников VY Сми и W Нуа, а для остальных 13 объектов оценены верхние пределы потока излучения.

1. Введение. Наблюдения околосветных оболочек в радиолниях молекул позволяли обнаружить структурные и кинематические особенности этих областей. В частности, было установлено, что мазерное излучение ОН возникает в верхних слоях оболочки звезды, в то время как мазерное излучение молекул H_2O и SiO возникает в нижних слоях, где имеется сильное турбулентное движение.

Большинство этих звезд являются гигантами и сверхгигантами поздних спектральных классов с сильным избытком близкого ИК-излучения. Практически все мазерные источники ОН в той или иной степени показывают переменность излучения деталей профиля радиолнии. Ранее переменность излучения звездных мазеров ОН в главных линиях исследовались в работах [1—4]. В некоторых случаях обнаружена корреляция переменности излучения линий ОН и оптического излучения со средним сдвигом на 20 суток. В вышеуказанных работах исследование переменности излучения линий ОН охватывало промежуток времени до двух-трех лет. Правда, следует отметить, что в работе [4] при исследовании переменности мазеров ОН наряду с собственными наблюдениями, выполненными в период 1970—71 гг., были использованы также наблюдения других авторов. Однако неоднородность наблюдательного материала создает опре-

деленные, а иногда и непреодолимые трудности при интерпретации вопросов переменности источников. В этом отношении выборка наших наблюдений мазеров ОН является однородной. В свою очередь, относительно низкое спектральное разрешение наших наблюдений (5.5 и 5.4 км/с на частотах 1665, 1667 МГц, соответственно) иногда затрудняет сопоставление наших данных с данными, выполненными с более высоким спектральным разрешением.

В данной работе приводятся результаты наблюдений в главных линиях 1665, 1667 МГц 15 мазерных источников ОН. Наблюдения проводились с помощью радиотелескопа РАТАН-600 в период с мая 1983 г. по декабрь 1988 г. Однако следует отметить, что в течение этих лет промежуток между отдельными циклами наблюдений распределен неравномерно. Методика проведения наблюдений и параметры радиотелескопа описаны в работах [5—7].

2. *Результаты наблюдений.* Список исследованных объектов приведен в табл. 1 и 2. Указаны названия источников, диапазон исследованных лучевых скоростей, максимальное значение плотности потока на частотах 1665, 1667 МГц, зарегистрированное в источниках за время наших наблюдений, и дата. В табл. 1 и 2 источники представлены в порядке возрастания прямого восхождения. В табл. 2 приведен список источников, плотность потока которых в указанные даты наблюдений была ниже порога обнаружения радиотелескопа на частотах 1665 и 1667 МГц (~ 1.2 Ян).

Ниже мы приведем и обсудим более подробно результаты наблюдений мазерных источников VY CMa и W Hya.

VY CMa. Результаты наблюдений этого источника с мая 1983 г. по апрель 1985 г., выполненных с помощью радиотелескопа РАТАН-600, представлены в [7]. Ниже мы приведем результаты наблюдений, выполненных после апреля 1985 г.

В период с декабря 1985 г. по декабрь 1988 г. нами проведены 9 и 14 циклов наблюдений на частотах 1665 и 1667 МГц, соответственно. Параметры деталей, выделенных в спектре источника, приведены в табл. 3, где даны: лучевая скорость, плотность потока и полуширина (в гауссовом приближении) отдельных деталей профиля. В пределах точности наших измерений лучевую скорость и полуширину главной детали профилей в период с мая 1983 г. по декабрь 1988 г. можно считать неизменными, в то время как плотность потока претерпевала заметные изменения. В профилях обеих линий доминирует деталь на лучевой скорости $+4$ км/с, вокруг которой эпизодически появляются более слабые детали. На рис. 1 показано изменение во времени плотности потока детали на лучевой скорости $+4$ км/с в обеих главных линиях молекулы ОН. Погрешность определения плотно-

сти потока в среднем составляет 5%. Для полноты материала на рис. 1 представлены также результаты наблюдений VY CMa, выполненных нами на РАТАН-600 до 1986 г.

Таблица 1

ДАННЫЕ НАБЛЮДЕНИЙ ЗВЕЗДНЫХ МАЗЕРОВ

Источник	Полоса обзора (мк) (ммс)	Максимальная плотность потока (Ян)		Дата наблюдения
		1665	1667 МГц	
VY CMa	-90 ÷ +128 	52.8	85.6	(1665) — (20—24).01.1986, (25—27).03.1986, (13, 14).11.1986, (9, 10).02.1987, (16, 23, 26).05.1987, (3, 4, 15).07.1987, (7, 8, 11).05.1988, (9, 10, 14, 15).09.1988, 22.12.1988. (1667) — (11, 12).06.1985. (22, 23).01.1986, (5, 6).02.1986, (11—13).03.1986, 28.03.1986, (17, 26, 27).09.1986, (11, 12).02.1987 (21, 22).03.1987, (20—22, 27).05.1987 (8, 9).07.1987, (9, 12).05.1988, (11—13, 17).09.88, (23, 25).12.1988.
W Hya	-69 ÷ +147	1.8	<1.0	(1665) — (13, 14, 21, 22).06.1983. (4, 5).02.1985. (12—14, 16).11.1986, (2, 3).07.1987, 10.05.1988, 18.09.1988, 20.12.1988. (1667) — (17, 16).06.1983, (12—14).02.1985, 27.11.1986, 11.05.1988, 22.12.1988.

Следует отметить, что интенсивность главной детали на частоте 1667 МГц в среднем превышает ее интенсивность на частоте 1665 МГц. Интересен также тот факт, что до марта 1987 г. отсутствует корреляция переменности этой детали в профилях линий 1665 и 1667 МГц. Однако после марта 1987 г. наблюдается определенная корреляция переменности плотностей потоков этих линий. Подобное поведение переменности излучения линий на 1665 и 1667 МГц еще больше усложняет вопросы их интерпретации. Действительно, отсутствие корреляции переменности линий 1665 и 1667 МГц можно было бы интерпретировать как следствие определенной независимости процессов накачки этих переходов. В случае же корреляции переменности можно сделать совершенно противоположное предположение.

Отметим также, что переменность излучения VY CMa на частоте 1667 МГц проявляется сильнее, чем на частоте 1665 МГц (рис. 1).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ БЕЗ ЗАМЕТНОГО РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ
НА ЧАСТОТАХ 1665 и 1667 МГц

Источник	Полоса обзора (мк/с)	Дата наблюдения
HL Tau	-105 ÷ +115	(1665) — (28—31).01.1985, (1—3).02.1985. (1667) — 4.0—1985
R Tau	-96 ÷ +120	(1665) — 5.07.1987, (22—25).12.1988 (1667) — 23.12.1988
U Ori	-145 ÷ +71	(1665) — (17—19).03.1987. (1667) — (26, 27).11.1986
R Crt	-90 ÷ +125	(1665) — (20, 21).05.1984, (4, 5).07.1987. 7.05.1988, 16.09.1988, (20, 22).12.1988 (1667) — (13, 14).02.1985, 8.05.1988.
RT Vir	-94 ÷ +130	(1665) — (12—14).11.1986, (2, 3).07.1987 7.05.1988, 18.09.1988, 20.12.1988 (1667) — 215.11.1986, 8.07.1987, 22.12.1988
RX Boo	-105 ÷ +111	(1667) — 5.07.1987
S Crb	-105 ÷ +111	(1665) — (5.13.14).02.1985, 8.05.1988, (10, 12).09.1988, 24.12.1988 (1667) — 5.07.1987, (11, 15).09.1988, 25.12.1988.
U Her	-123 ÷ +93	(1665) — (4—7).05.1983, 31.08.1984. (31—3).02.1985, 8.05.1988, 13.09.1988 24.12.1988. (1667) — (20, 21).07.1983, (12, 13).02.1985 5.07.1987, (14, 15).09.1988, 25.12.1988
RR Aql	-82 ÷ +134	(1665) — (3, 4, 7, 8).02.1987
Z Cyg	-108 ÷ +108	(1665) — (29—1).06.1987
NML Cyg	-127 ÷ +89	(1665) — (3, 4, 7, 8).02.1987, (29—1).06.1987, (3, 4).07.1987 (1667) — (18, 20).05.1987
UU Peg	-86 ÷ +140	(1665) — (3, 5).06.1984, (3, 5).07.1987 8.05.1988, 13.09.1988, 21.12.1988. (1667) — 9.05.1988, 14.09.1988, 22. 12.1988.
R Cas	-76 ÷ +140	(1667) — (10, 11).02.1987 (1667) — 11.06.1986

Одновременно с наблюдениями в линии ОН этот источник наблюдался нами также в линии водного пара на частоте 22.2 ГГц. Результаты этих наблюдений частично приведены в [8], а более полный анализ данных будет представлен в [9]. Поведение источника в линии H₂O носит более сложный характер, чем в линии ОН. Кроме этого, вспышечная активность VY СМа в линии H₂O проявляется намного сильнее, чем в линии гидроксила. Предварительный анализ результатов наблюдений VY СМа в линиях H₂O и ОН показывает, что отсутствует корреляция переменности

плотностей потоков этих линий. Более того, вспышечная активность источника в одной из линий не сопровождается подобным явлением в других линиях.

Таблица 3
ПАРАМЕТРЫ ЛИНИЙ ОН В VY CM_a

V_{LSR} (км/с)	F (Ян)	ΔV (км/с)	Дата
1665 МГц			
4	49.2	4	
40	4.5	12	21.01.1986
4	42.0	5	
40	4.2	9	27.03.1986
4	41.4	5	
40	3.0	10	14.11.1985
4	40.5	6	
40	4.7	6	10.02.1987
1	52.8	5	
37	5.9	5	16.03.1987
4	46.2	5	
40	3.6	7	4.07.1987
4	29.3	8	
40	4.1	6	8.05.1988
4	49.7	6	
42	5.5	7	15.09.1988
4	29.5	7	
40	3.9	6	22.12.1988
1667 МГц			
4	64.4	6	11.05.1985
1	78.0	5	23.01.1986
1	82.5	5	5.02.1986
7	77.2	4	12.03.1985
4	86.6	5	28.03.1985
4	72.6	6	7.11.1986
4	65.4	5	27.11.1986
4	83.8	5	11.02.1987
4	65.4	5	28.02.1987
4	77.4	4	22.03.1987
4	83.7	5	22.05.1987
4	67.1	6	9.07.1987
1	73.1	5	12.05.1988
1	82.8	5	11.09.1988
4	59.1	7	25.12.1988

W Hya. Переменная звезда типа Мира Кита. Этот источник относится к той группе звездных мазеров, у которых излучение в главных линиях ОН сильнее, чем в линии сателлита на 1612 МГц.

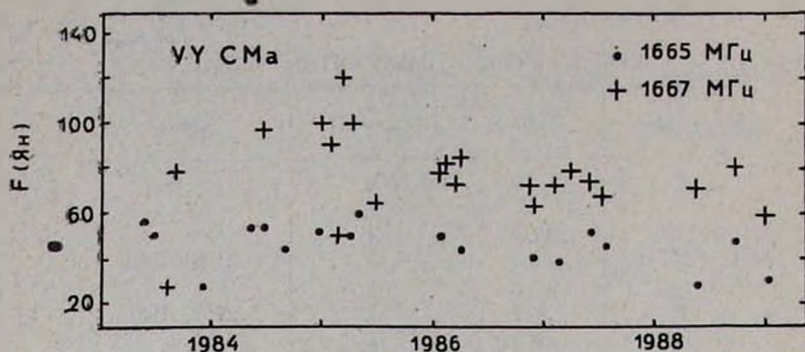


Рис. 1. Кривая блеска детали + 4 км/с источника VY CMa.

В период с июня 1983 г. по декабрь 1988 г. проведены 7 и 5 циклов наблюдений на частотах 1665 и 1667 МГц соответственно. Однако из этих

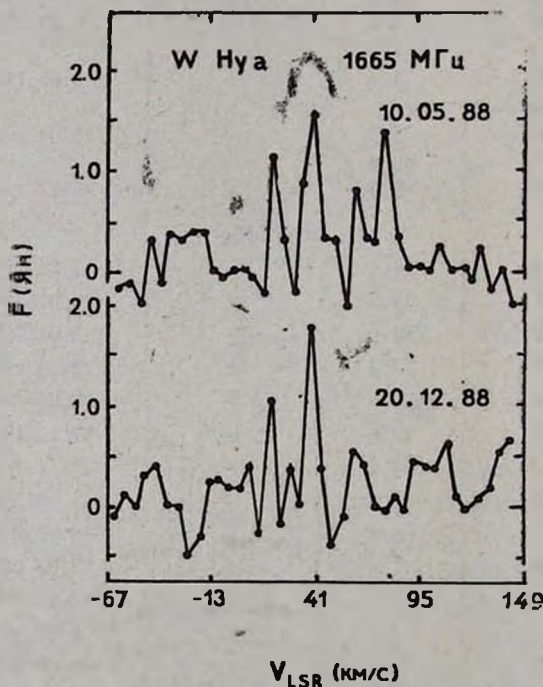


Рис. 2. Профили радиолнии ОН на частоте 1665 МГц источника W Hya.

циклов наблюдений сигнал был зарегистрирован лишь в мае и декабре 1988 г. на частоте 1665 МГц (рис. 2). В остальные даты наблюдений уровень сигнала был меньше порога обнаружения радиотелескопа на частотах 1665 и 1667 МГц (~ 1 Ян).

Как и в случае звезды VY CMa, мазерный источник W Hya одновременно с наблюдениями в линии ОН нами наблюдался также в линии водяного пара. Согласно этим наблюдениям в период с апреля 1983 г. по ноябрь 1986 г. уровень сигнала был ниже 45 Ян на частоте 22.2 ГГц [8, 9]. Далее, до мая 1988 г., для этого источника мы не проводили наблюдения на 22.2 ГГц. С мая по декабрь 1988 г. были проведены три серии наблюдений W Hya на 22.2 ГГц и во всех трех сериях был получен профиль радиолинии в диапазоне лучевых скоростей $+31 \div +47$ км/с [9]. Основные детали излучения H_2O сосредоточены вокруг лучевой скорости $+41$ км/с, что близко к высокоскоростному компоненту излучения молекулы ОН.

Последующие статьи этой серии будут посвящены обсуждению результатов одновременных наблюдений мазерных источников в линиях молекул H_2O , ОН и вопросов их переменности.

Специальная астрофизическая
обсерватория АН СССР

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

Ереванский государственный
университет

THE RESULTS OF OBSERVATION OF MASER EMISSION IN THE MAIN LINES OF OH MOLECULE. I. STELLAR MASERS

I. V. GOSACHINSKI, R. A. KANDALIAN, F. S. NAZARETIAN,
V. A. SANAMIAN, N. A. YUDAEVA

The results of observations of 15 stellar maser sources at 1665 and 1667 MHz made with the radio telescope RATAN-600 from May 1983 till December 1988 are presented. The results of observations for VY CMa and W Hya are discussed in more detail, for the remaining 13 objects the upper limits of their fluxes are estimated.

ЛИТЕРАТУРА

1. P. M. Harvey, R. P. Bechtis, W. J. Wilson, J. A. Ball, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 27, 331, 1974.

2. P. R. Jowell, M. Ellizar, J. C. Weber, L. E. Snyder. *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 41, 191, 1979.
3. R. Fillit, D. Probst, J. R. D. Lepine, *Astron. and Astrophys.*, 58, 281, 1977.
4. W. T. Sullivan III, J. H. Kerstholt, *Astron. and Astrophys.*, 51, 427, 1976.
5. А. П. Венгер, В. Г. Грачев, Т. М. Егорова, С. Р. Меленков, Г. Н. Ильин, Н. П. Комар, Е. Н. Курочкина, В. Г. Мотилева, В. А. Прозоров, Н. Ф. Рыжков. *Сообщ. Спец. астрофиз. обсерв. АН СССР*, 35, 5, 1982.
6. А. П. Венгер, Л. П. Гассанов, Ю. Д. Груздь, Г. Н. Ильин, Н. Ф. Рыжков, А. Д. Туз, *Препр. САО АН СССР*, № 8 л., 1984.
7. Н. А. Юдаева, *Письма в Астрон. ж.*, 12, 361, 1986.
8. Л. Э. Абрамян, А. П. Венгер, И. В. Госачинский, Р. А. Кандалян, Р. М. Мартиросян, Ф. С. Назаретян, В. А. Санамян, Н. А. Юдсева, *Изв. Спец. астрофиз. обсерв. АН СССР*, 24, 85, 1987.
9. И. В. Госачинский, Р. А. Кандалян, Ф. С. Назаретян, В. А. Санамян, Н. А. Юдаева, *Астрофизика* (в печати), 1990.