

## ПЕРЕМЕННОСТЬ ИЗЛУЧЕНИЯ МАЗЕРНЫХ ИСТОЧНИКОВ $H_2O$ НА ВОЛНЕ 1.35 см

### I. РЕУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ

*Л. Э. Абрамян, А. П. Венгер, И. В. Госачинский, Р. А. Кандалян,  
Р. М. Мартиросян, Ф. С. Назаретян, В. А. Санамян, Н. А. Юдаева*

Приведены результаты наблюдений на радиотелескопе РАТАН-600 45 источников излучения линии  $H_2O$  на волне 1.35 см за период с мая 1981 г. по июнь 1985 г. Для 13 источников приведены профили радиолинии в разные периоды наблюдений, для остальных — верхние пределы потока излучения.

The results of observations of 45  $H_2O$  line sources made with the RATAN-600 radio telescope from May 1981 till June 1985 are presented. For 13 sources their line profiles are given, for others — upper limits of their fluxes.

Мазерная радиолиния  $H_2O$  на волне 1.35 см по многим свойствам (мощности излучения, степени компактности, переменности излучения, вспышечной активности и др.) занимает особое место среди межзвездных и околозвездных молекул. Оказалось, что изменяется со временем не только поток излучения деталей профиля радиолинии, но и их ширина и лучевая скорость. Вспыхивающие области мазерного излучения  $H_2O$  представляют собой, по-видимому, особую разновидность объектов. Впервые вспышка излучения радиолинии  $H_2O$  была отмечена в 1971 г. в источнике W 49 [1]. Мощная вспышка в источнике Орион А произошла в 1979 г. [2, 3]. Следует отметить, что до сих пор нет удовлетворительного объяснения физических причин переменности излучения линии  $H_2O$ .

Систематические исследования переменности излучения таких объектов могут дать новую информацию об их физической природе. Ранее с помощью одиночных антенн систематические исследования переменности за периоды продолжительностью до 2 лет были проведены авторами работ [1, 4—7].

В настоящей работе приведены результаты наблюдений 45 источников мазерной радиолинии  $H_2O$ , проведенных на радиотелескопе РАТАН-600 в период с мая 1981 г. по июнь 1985 г. В программу наблюдений был включен ряд известных источников излучения  $H_2O$  [8], а также некоторые объекты типа Хербига—Аро из списков [9—12].

**Аппаратура и методика наблюдений.** Наблюдения проводились на Северном и Южном секторах с плоским отражателем радиотелескопа РАТАН-600. Ширина диаграммы направленности Северного сектора на волне 1.35 см составляла в среднем  $8'' \times 3'$ , эффективная площадь —  $300-350 \text{ м}^2$ , Южного сектора с плоским отражателем —  $10'' \times 7'$  и  $240 \text{ м}^2$ . Для калибровки антенны по потоку в каждом цикле проводились наблюдения опорных источников: Юпитера и галактических источников G 12.80—0.20 и DR 21. Коррекция за изменение атмосферного поглощения в интервале времени между наблюдением исследуемых источников и опорных не проводилась.

Спектральный приемник с квантовым парамагнитным усилителем на входе, работающий по методу с модулированным пилот-сигналом, описан в работе [13]. С 1984 г. вместо КПУ применяется неохлажденный параметрический усилитель. Шумовая температура системы в зависимости от высоты области наблюдения

Источник	Координаты (1950.0)	Полоса обзора, км/с	Максималь- ная плотность потока, Ян	Даты наблюдений
W3 (OH)	$\begin{matrix} h & m & s & ^{\circ} & ' & '' \\ 02 & 23 & 17 & +61 & 38 & 58 \end{matrix}$	-56.1 ÷ -40.3	11400	апр. 82, июнь 82, дек. 82, авг. 83, авг. 84
Г 3	02 55 56 +17 04	-55 ÷ +37	<45	дек. 82
HH7-11 (A)	03 25 57 +31 05 19	-18.4 ÷ -2.6	<40	апр. 82, авг. 84, дек. 84, март 85, июнь 85
HH7-11 (B)	03 25 58 +31 05 44	-3.2 ÷ +13	<55	дек. 84
HH 12	03 25 54 +31 10	-8.0 ÷ +23.0	<55	февр. 85
Г 7	03 48 33 +38 44	-57.5 ÷ +34.5	<50	дек. 82
Г 9	04 07 18 +38 00	-56 ÷ +36	<50	дек. 82
R Tau	04 25 33 +10 03 09	+3.0 ÷ +19.2	<60	дек. 84, март 85, июнь 85
HL Tau		-8.0 ÷ +23.0	<45	февр. 85
RNO 40	05 17 09 -05 56 00	-8.0 ÷ +22.0	<60	февр. 83
Г 13	05 17 15 -05 56	+3.0 ÷ +19.0	<60	дек. 84
Г 14	05 29 36 +12 49	-3.0 ÷ +13.0	<50	дек. 84, февр. 85
Орион А	05 32 47 -05 24 28	-11.9 ÷ +30.9	7.10 <sup>6</sup>	июнь 81, апр. 82, июнь 82, дек. 82, апр. 83, июнь 83, авг. 83, авг. 84, дек. 81, февр. 85, март 85, июнь 85
Г 17	05 44 00 +30 34	-11.2 ÷ +5.0	<45	дек. 84, февр. 85
S 252	06 05 37 +20 39 44	+2.0 ÷ +18.2	1100	дек. 84, февр. 85, март 85, июнь 85
S 255	06 09 58 +18 00 17	+9.1 ÷ +25.0	<40	апр. 82, июнь 82, авг. 83, авг. 84, дек. 84, февр. 85
HH 39	06 36 23 +08 54 35	-8.0 ÷ +16.0	<40	февр. 85, март 85
VY CMA	07 20 55 -25 40 12	+10.1 ÷ +25.9	1100	апр. 83, июнь 83, авг. 83, авг. 84, дек. 84, февр. 85, март 85
R Crt	10 58 06 -18 03 22	+0.2 ÷ +26.2	<50	авг. 84, февр. 1985, март 85, июнь 85
W Hya	13 46 12 -28 07 06	+30.7 ÷ +46.5	<45	апр. 83, июнь 83, авг. 83, авг. 84, дек. 84, февр. 85, март 85
S Cr B	15 59 21 +31 32 46	-5.0 ÷ +11.2	<45	авг. 84, февр. 85, март 85, июнь 85
U Her	16 23 35 +19 00 18	-22.9 ÷ -7.1	<40	июнь 83, авг. 83, авг. 84, февр. 85, март 85, июнь 85
GGD 25	17 16 58 -35 51 50	-86.9 ÷ -71.1	500	апр. 82, авг. 83, авг. 84, дек. 84
G 353.3+0.6	17 22 43 -34 12 52	-60.2 ÷ -44.0	<45	дек. 84, февр. 85, март 85, июнь 85
G 351.8-0.5	17 23 21 -36 06 53	-9.2 ÷ +7.0	<45	март 85
G 352.6-1.1	17 27 51 -35 42 06	-12.2 ÷ +4.0	<45	дек. 84, февр. 85, март 85,
Sgr B 2	17 44 11 -28 22 39	+55.1 ÷ +70.9	350	апр. 82, июнь 82, дек. 82, апр. 83, июнь 83, авг. 83, авг. 84, дек. 84
Г 19	17 55 27 -26 07	-5.0 ÷ +11.0	<60	дек. 84, февр. 85
W 31 (2)	18 07 30 -19 56 38	-8.5 ÷ +7.3	<50	авг. 83, авг. 84, февр. 85
W 33 (B)	18 10 59 -18 02 39	+50.1 ÷ +65.9	330	апр. 82, июнь 82, дек. 82, июнь 83, авг. 83, дек. 84, февр. 85, март 85
G 34.3+0.1	18 50 46 +01 11 10	+50.0 ÷ +66.2	240	дек. 84, февр. 85, март 85, июнь 85
S 76 W	18 53 34 +07 49 45	-3.9 ÷ +11.9	<40	апр. 82, авг. 83
W 49 N	19 07 50 +09 01 17	-15.0 ÷ +22.7	80000	июнь 81, апр. 82, июнь 82, дек. 82, апр. 83, авг. 83, авг. 84, дек. 84, февр. 85, март 85, июнь 85
W 49 OH/IR		+41.2 ÷ +57.2	<80	авг. 84
W 51 N	19 21 22 +14 25 19	+51.1 ÷ +70.9	860	} апр. 82, авг. 83, авг. 84, дек. 84, февр. 85, июнь 85
W 51 M	19 21 26 +14 24 43	+51.1 ÷ +70.9	5700	
ON-1	20 08 10 +31 22 44	+2.0 ÷ +20.9	<50	апр. 82, авг. 84, февр. 85
ON-2 (2)	20 19 52 +37 17 00	-15.9 ÷ -0.1	<50	апр. 82, дек. 84, февр. 85
GRL 2591	20 27 36 +40 01 11	-32.5 ÷ -16.3	<60	авг. 84, февр. 85, июнь 85
W 75 S	20 37 14 +42 12 11	-7.9 ÷ +7.9	<50	апр. 82, авг. 84
UU Peg	21 28 39 +10 56 00	-29.8 ÷ -13.6	<60	авг. 84, февр. 85
Г 21	22 05 06 +58 48	-56.0 ÷ +36.0	<60	дек. 82

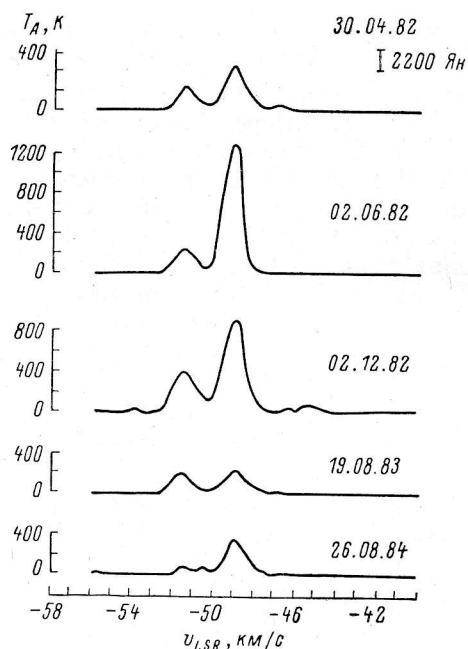
Источник	Координаты (1950.0)	Полоса обзора, км/с	Максимальная плотность потока, Ян	Даты наблюдений
GGD 37	h m s ° ' "			
NGC 7538 IR	22 54 19 +61 45 48	-18.6 ÷ -3.1	510	апр. 82, авг. 83, авг. 84
	23 11 36 +61 11 49	-66.9 ÷ -51.1	550	апр. 82, дек. 82, авг. 83, авг. 84
R Cas	23 55 52 +51 06 34	+18.0 ÷ +33.8	<50	авг. 83

и влажности атмосферы составляла: для КПУ — 200—250 К, для ПУ — 300—350 К. Использовался фильтровой 39-канальный спектроанализатор с разрешением 30 кГц и полосой анализа 1.2 МГц (16 км/с). Постоянная времени выходных устройств составляла 0.25 с, регистрация производилась на магнитную ленту. Средний квадрат флуктуаций в спектральных каналах составлял для КПУ — 3.5 К, для ПУ — 5.1 К. Погрешность измерения потоков составляла в среднем 25 %. Обработка записей производилась на ЭВМ М4030 с помощью пакета стандартных программ обработки спектральных наблюдений [14].

**Результаты наблюдений.** Полный список исследованных объектов приведен в таблице. Указаны названия источников, их координаты, диапазон исследованных лучевых скоростей, максимальная плотность потока, зарегистрированная в источниках за время наших наблюдений, и периоды, когда наблюдались указанные источники. Результаты наблюдений источников W 3 (ОН), W 49, Орион А и некоторых других частично были описаны в работах [15—17]. Здесь эти результаты также приведены для полноты материала.

**W 3 (ОН).** Компактная область НН в протяженной туманности IC 1975.

Рис. 1. Профили линии  $H_2O$  в источнике W 3(ОН).



Согласно [18], мазерные источники  $H_2O$  распределены вдоль дуги, радиус которой равен  $2 \cdot 10^{16}$  см. Профили линии  $H_2O$ , полученные нами в период с апреля 1982 по август 1984 гг., приведены на рис. 1. В исследованном диапазоне лучевых скоростей профиль содержит три основные детали. На всех профилях доминирует деталь  $-49.2$  км/с, интенсивность которой в промежутке апрель—июнь 1982 г. увеличилась примерно в 3 раза. Наши профили близки к данным работы [1], но отличаются от профилей в [4, 18]. Максимальное значение потока детали  $-49.2$  км/с составляет 13 900 Ян, что несколько больше, чем в 1969 г. [1]. В этой работе кроме переменности потока этой детали были обнаружены также вариации лучевой скорости и полуширины профиля. В наших наблюдениях с августа 1983 г. лучевая скорость этой детали возросла до  $-48.85$  км/с, а полуширина ее не изменилась. Отметим также, что в согласии с работой [18] вспышка детали  $-49.2$  км/с опережает на несколько месяцев вспышку детали  $-51.6$  км/с.

**Орион А.** Результаты наблюдений вспышки линии  $H_2O$  в источнике Орион А, проведенных на радиотелескопе РАТАН-600, подробно обсуждаются в рабо-

тах [15, 17]. Здесь мы приводим только профиль вспышки в марте 1985 г. и кривую блеска детали  $+7.3$  км/с в относительных единицах (рис. 2). Максимальный поток излучения вспышки составляет  $7 \cdot 10^6$  Ян и зарегистрирован в декабре 1984 г.

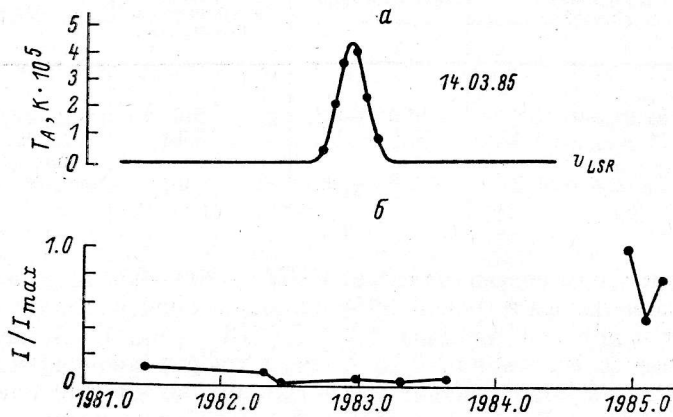


Рис. 2. Линия  $H_2O$  в Орионе А.

а — профиль в марте 1985 г.; б — кривая блеска детали  $+7.3$  км/с.

**S 252.** Объект очень мало исследован в линии  $H_2O$  [19]. Наши профили линии  $H_2O$  в S 252 приведены на рис. 3. Видно, что наиболее яркая деталь  $+9$  км/с в указанный период наблюдений почти не меняет своей интенсивности.

**VY CMa.** Переменная звезда-сверхгигант спектрального класса M3—M5. Радиоинтерферометрические наблюдения со сверхдлинными базами показали, что излучение линии  $H_2O$  у этого объекта исходит из нескольких компактных

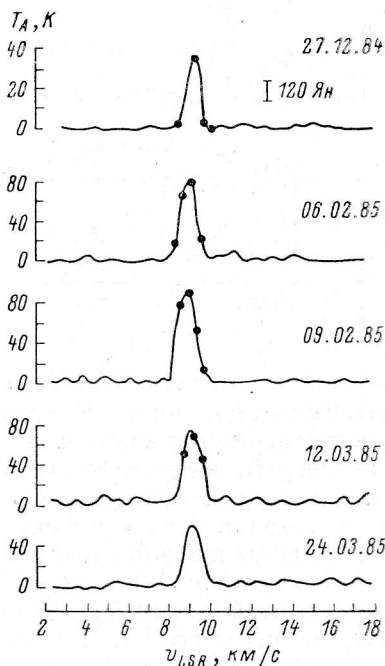


Рис. 3. Профили линии  $H_2O$  в S 252.

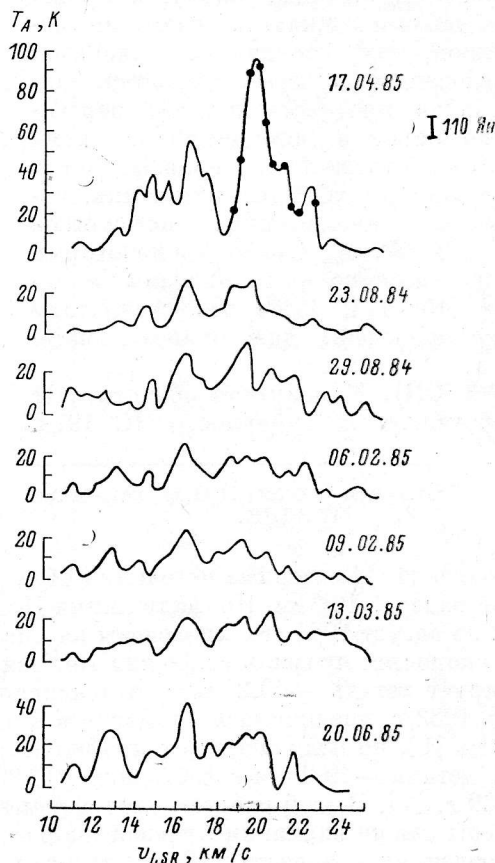


Рис. 4. Профили линии  $H_2O$  в VY CMa.

областей ( $< 3 \cdot 10^{13}$  см) [20]. На рис. 4 приведены профили линии  $H_2O$  в VY CMa, полученные нами с апреля 1983 по июнь 1985 г. Видно, что в спектре преобладают детали  $+19.4$  и  $+16.4$  км/с, поток которых меняется. С апреля 1983 г.

исчезла деталь  $+22.1$  км/с. По своим наблюдаемым характеристикам излучение линии  $H_2O$  в звезде VY СМа ближе к мазерным источникам, встречающимся в областях звездообразования, чем в ИК/ОН-мазерам.

**GGD 25.** Объект Хербига—Аро посреди комплекса туманностей 6334 — второй по мощности источник излучения линии  $H_2O$  среди объектов этого типа после GGD 37 [21]. Нами проведены два цикла наблюдений этого источника — в апреле 1982 г. и в августе 1983 г. В первом цикле излучение линии не было

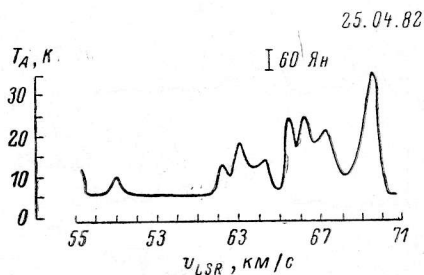
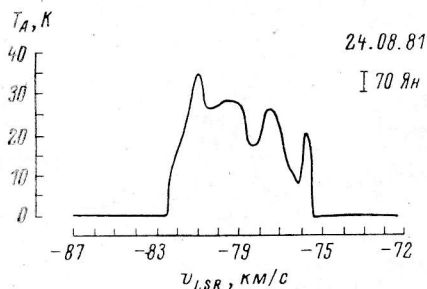


Рис. 5. Профили линии  $H_2O$  в GGD 25. Рис. 6. Профили линии  $H_2O$  в SGR B2.

обнаружено ( $< 70$  Ян). Профиль, полученный в августе 1983 г., приведен на рис. 5. Он состоит из многочисленных неразрешенных деталей, расположенных в узком интервале лучевых скоростей ( $\sim 8$  км/с). В более ранних наблюдениях GGD 25 детали профиля также в основном сосредоточены в диапазоне лучевых скоростей от  $-74$  до  $-85$  км/с, и максимальный поток (2000 Ян) был зарегистрирован вблизи  $-81$  км/с в ноябре 1977 г. [21]. На рис. 5 видно, что в августе 1983 г. в спектре GGD 25 снова преобладает деталь  $-81$  км/с с плотностью потока около 500 Ян.

**Sgr B2.** Этот источник входит в состав гигантского газопылевого комплекса в области центра Галактики и представляет интерес из-за большого разнообразия наблюдаемых в нем молекул. Источники излучения линии  $H_2O$  образуют четыре группы в области размером  $8'' \times 1.5''$  [22]. Из-за сравнительно низкого разрешения радиотелескопа по склонению зарегистрированные нами профили определяются суммарным вкладом всех четырех групп источников.

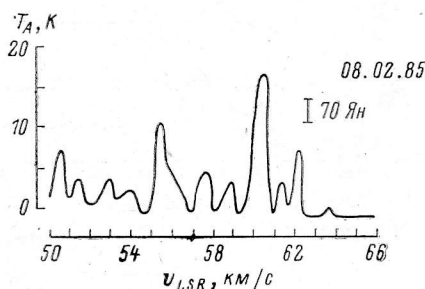


Рис. 7. Профили линии  $H_2O$  в G 34.3+0.1.

С апреля 1982 г. по сентябрь 1983 г. было проведено 6 серий наблюдений источника Sgr B2, причем линия была зарегистрирована только в апреле и в июне 1982 г. и за это время ее профиль практически не изменился (рис. 6). В остальных сериях уровень сигнала был меньше 40 Ян.

**G 34.3+0.1.** Согласно [23] этот объект является переменным в линии  $H_2O$ . Из проведенных нами четырех циклов наблюдений этого источника сигнал был зарегистрирован только в феврале 1985 г. (рис. 7). В остальных циклах уровень сигнала был меньше 80 Ян.

**W 49.** Профили линии  $H_2O$  источника W 49 изображены на рис. 8, а и 8, б, а на рис. 8, в приведено изменение интенсивности детали  $+10.3$  км/с. Вспышка излучения этого объекта обсуждалась нами в работе [16]. Заметим, что коррелированный характер изменения интенсивности ряда деталей в этом источнике, отмеченный нами в [16], подтвержден в работе [7]. На рис. 8 видно, что общая активность мазерного излучения W 49 в исследованном диапазоне лучевых скоростей имеет циклический характер. Профиль, полученный в августе 1984 г., похож на профиль мая 1981 г. С декабря 1984 г. в профиле появилась новая деталь на  $+11.1$  км/с, а лучевая скорость детали  $+10.3$  км/с уменьшилась до  $+9.7$  км/с. Наоборот, лучевая скорость детали  $+11.1$  км/с возросла

до  $+11.6$  км/с. Отметим также, что максимальный поток вспышки ( $\sim 80\,000$  Ян) зарегистрирован в марте 1985 г.

**W 51.** Гигантское молекулярное облако, которое хорошо изучено в молекулярных линиях, в непрерывном радиоспектре и в ИК-диапазоне (см., например, [24]). Излучение молекулы  $H_2O$  исходит из трех основных комплексов (M, S и N) и занимает широкий диапазон лучевых скоростей (от  $-150$  до  $+150$  км/с). Нами было проведено пять циклов наблюдений этого источника.

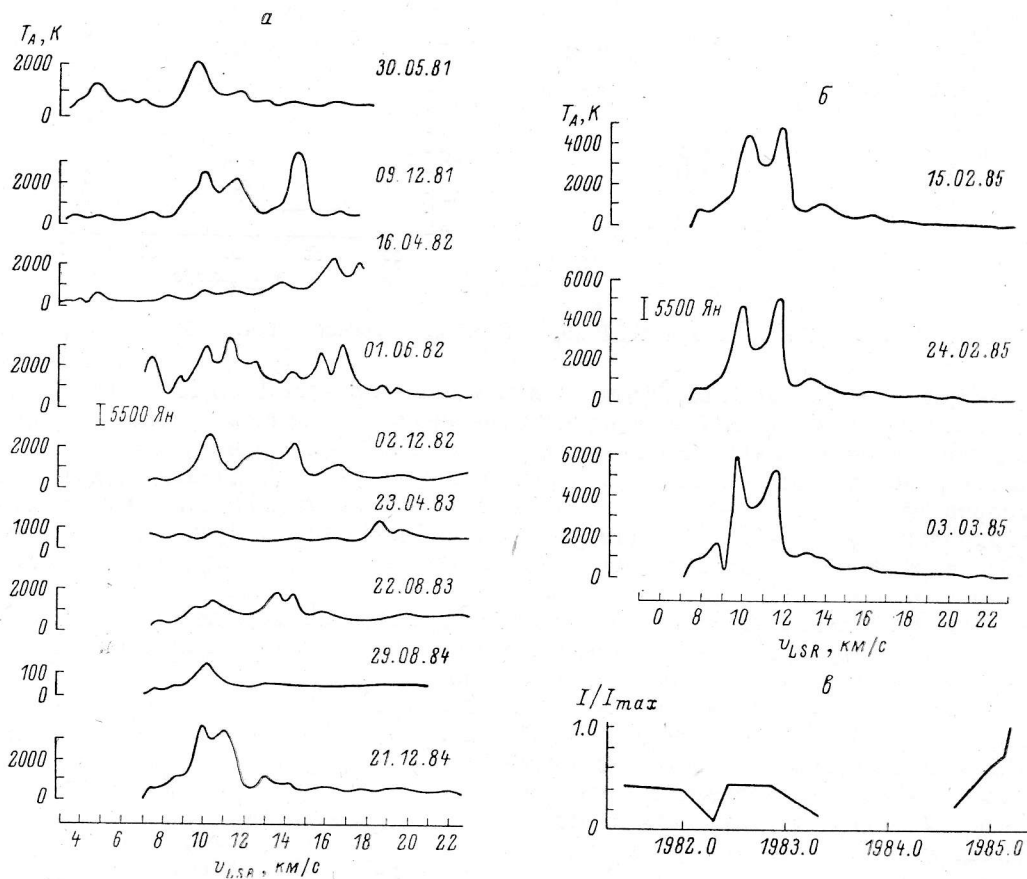


Рис. 8. Линия  $H_2O$  в источнике W 49 N.

a и б — профили линии; в — кривая блеска детали  $+10.3$  км/с.

**W 51 M, S.** Суммарные профили этих двух компонент, которые не разрешаются нашей диаграммой, приведены на рис. 9. Сопоставление этих результатов с близкими по времени результатами работ [25, 26] показывает, что интенсивность деталей  $+63.0$  и  $+63.6$  км/с с февраля 1977 г. по декабрь 1984 г. практически не менялась. Детали профиля  $+57.6$ ,  $+59.0$  и  $+60.2$  км/с являются переменными. Так, например, плотность потока детали  $+57.6$  км/с в феврале 1977 г. была  $\sim 200$  Ян, а в сентябре 1979 г.  $\sim 1500$  Ян. В апреле 1982 г. ее поток составил  $\sim 700$  Ян. С февраля 1977 г. по сентябрь 1979 г. в спектре W 51 S, самой яркой была деталь  $+63$  км/с, а с апреля 1982 г. стала преобладать деталь  $+55.8$  км/с ( $\sim 5700$  Ян). Согласно [24, 25], компонента W 51 M имеет в основном слабые детали в диапазоне лучевых скоростей от  $-50$  до  $+51$  км/с. По-видимому, наши профили обусловлены, в основном, излучением W 51 M, за исключением, возможно, детали  $+55.8$  км/с. Следует отметить также, что детали  $+55.8$ ,  $+57.7$  и  $+62.6$  км/с меняют свои лучевые скорости.

**W 51 N.** Этот комплекс мазеров  $H_2O$  хорошо отделяется диаграммой антенны РАТАН-600 от W 51 M, S. Компоненты линии  $H_2O$  в этой области являются быстропеременными [27]. Профили линии, полученные нами в период с апреля 1982 г. по июнь 1985 г., приведены на рис. 10. Согласно [25, 28, 29]

и нашим данным, наиболее яркие детали в этом источнике сосредоточены в пределах от  $+55$  до  $65$  км/с, хотя для уверенного выделения компонент профиля примененный нами спектрометр имеет недостаточное разрешение по лучевым скоростям.

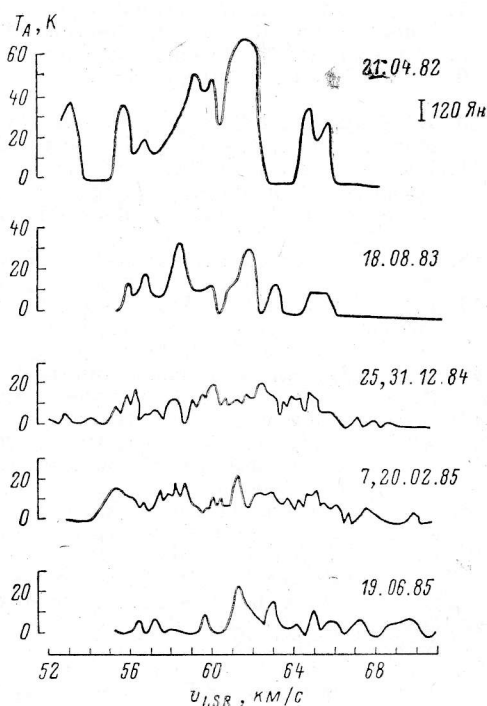
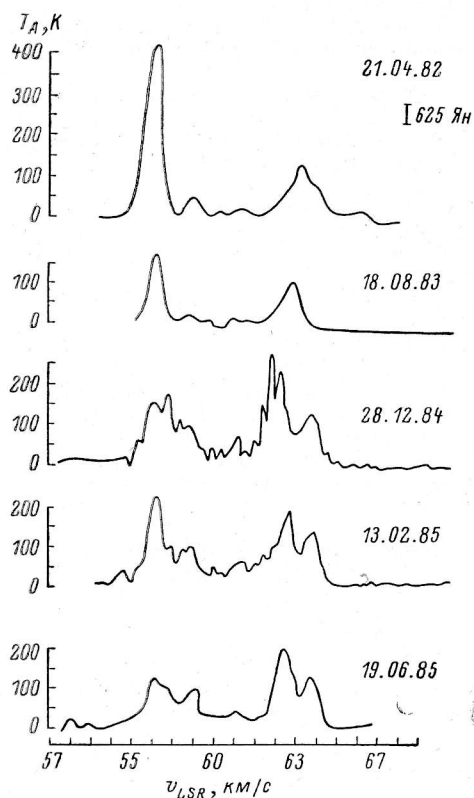


Рис. 9. Профили линии  $H_2O$  в W 51 M, S. Рис. 10. Профили линии  $H_2O$  в W 51 N.

**GGD 37.** Переменность этого объекта в линии  $H_2O$  исследовалась в работах [6, 21], а в работе [30] обнаружено очень быстрое изменение потока детали  $-11$  км/с в апреле—мае 1983 г. Из трех циклов наблюдений этого источника сигнал был зарегистрирован лишь в августе 1984 г. (рис. 11). В более ранних наблюдениях верхний предел плотности потока составлял  $< 50$  Ян.

**Заключение.** Приведенные в статье результаты наблюдений мазерных источников линии  $H_2O$  демонстрируют разнообразное поведение наблюдаемых пара-

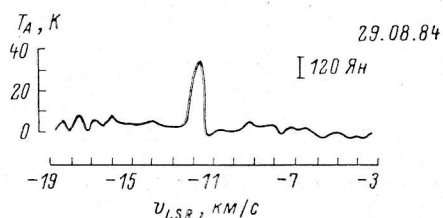


Рис. 11. Профиль линии  $H_2O$  в GGD37.

метров деталей профилей. В совокупности с наблюдениями других авторов, сделанными в этот период для рассмотренных нами источников, они могут служить основой для выявления закономерностей изменения параметров линии излучения  $H_2O$  и в результате дать материал для понимания физической природы этих интересных областей. Такая работа будет содержаться в следующей статье этого цикла.

#### Литература

1. Sullivan III W. T. Microwave water vapor emission from Galactic sources. — *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 1973, 25, p. 393—408.
2. Abraham Z., Opher R., Raffaelli I. C. Orion A. — *IAU Circ.*, 1979, N 3415.

3. The giant outburst of the 8 km/s water maser feature in Orion. — *Astron. a. Astrophys.*, 1981, **100**, L10—L12.
4. Little L. T., White G. J. Time variations of interstellar water masers: Strong sources in HII regions. — *Month. Not. Roy. Astron. Soc.*, 1977, **180**, p. 639—645.
5. White G. J., Macdonald G. H. Time variations of interstellar water masers in HII regions. — *Month. Not. Roy. Astron. Soc.*, 1979, **188**, p. 745—751.
6. Наблюдения переменности источников  $H_2O$ , связанных с областями звездообразования / Е. Е. Лехт, М. И. Пашенко, Г. М. Рудницкий и др. — *Астрон. журн.*, 1982, **59**, с. 276—291.
7. Liljeström T. Correlated variability in the W49N water maser source. — Helsinki Univ. Techn. Radio Lab. Reprint S162, 1984, p. 40—44.
8. Блумс Д. Ф. Мазерные источники молекул  $H_2O$ . — Препринт ФИАН, 1981, № 162.
9. Herbig G. H. Draft catalogue of Herbig—Haro Objects. — *Bul. Lick Obs.*, 1974, N 658.
10. Gulbudaghian A. L., Glushkov Yu. I., Denisuk E. K. New Herbig—Harro Objects. — *Astrophys. J.*, 1978, **224**, L137.
11. Гюльбудагян А. Л. Новые объекты, похожие на объекты Хербига — Аро. — Письма в *Астрон. журн.*, 1982, **8**, с. 232—238.
12. Cohen M. Red and Nebulous objects in dark clouds. A survey. — *Astron. J.*, 1980, **85**, p. 29—25.
13. Спектральный приемник на волну 1.35 см / Л. Э. Абрамян, А. П. Венгер, В. Г. Грачев и др. — *Астрофиз. исслед. (Изв. САО)*, 1985, **20**, с. 149—155.
14. Госачинский И. В., Алферова З. А. Математическое обеспечение спектральных наблюдений на радиотелескопе РАТАН-600. — В кн.: XIV Всесоюз. конф. по радиоастрономии: Тез. докл. Ереван, 1982, с. 320—321.
15. Наблюдения радиолинии  $H_2O$  в источниках W49 и Орион А / А. П. Венгер, И. В. Госачинский, Т. М. Егорова и др. — Письма в *Астрон. журн.*, 1981, **7**, с. 677.
16. Вспышка радиолинии  $H_2O$  в W49 / Л. Э. Абрамян, А. П. Венгер, И. В. Госачинский и др. — *Астрофизика*, 1983, **19**, с. 830—834.
17. Наблюдения переменности мазерных источников  $H_2O$  / Л. Э. Абрамян, А. П. Венгер, И. В. Госачинский и др. — *Сообщ. Бюракан. обсерв.*, 1985, **55**, с. 35—38.
18. Структура мазерного источника  $H_2O$  в W3(OH) / Т. С. Джуфрида, П. Е. Гриффилд, Б. Ф. Берк и др. — Препринт ИКИ, 1981, № 638.
19. Genzel R., Downes D.  $H_2O$  in the Galaxy. II. Duration of the maser phase and the galactic distribution of  $H_2O$  sources. — *Astron. a. Astrophys.*, 1979, **72**, p. 234—245.
20. Very long baseline interferometric observations of the  $H_2O$  sources in W49N, W3(OH), Orion A and VY Canis Majoris / J. M. Moran, G. D. Papadopoulos, V. F. Burke et al. — *Astron. J.*, 1973, **185**, p. 535—554.
21. Radio observations of water vapor, hydroxyl, silicon monoxide and compact HII regions in the vicinities of suspected Herbig—Harro objects / L. F. Rodriguez, J. M. Moran, P. T. P. Ho et al. — *Astrophys. J.*, 1980, **235**, p. 845.
22. Genzel R., Downes D., Bieging J.  $H_2O$  maser associated with compact HII regions in Sgr B2. — *Month. Not. Roy. Astron. Soc.*, 1976, **177**, 101 p.
23. 22 GHz observations of southern  $H_2O$  sources / J. L. Caswell, R. A. Batchellor, R. F. Haynes et al. — *Austral. J. Phys.*, 1974, **27**, p. 417—439.
24. Infrared and radio observations of W51: another Orion-KL at a distance of 7 kiloparsecs? / R. Genzel, E. E. Becklin, S. G. Wynn-Williams et al. — *Astrophys. J.*, 1982, **255**, p. 527—534.
25. Genzel R., Downes D.  $H_2O$  in the Galaxy: sites of newly formed OB stars. — *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 1977, **30**, p. 145—168.
26. Радиointерферометр Крым—Пушино / Л. И. Матвеевко, Л. Р. Коган, Л. С. Чесалин и др. — Письма в *Астрон. журн.*, 1980, **6**, с. 662—667.
27. Structure and kinematics of  $H_2O$  sources in clusters of newly formed OB stars / R. Genzel, D. Downes, J. M. Moran et al. — *Astron. a. Astrophys.*, 1978, **66**, p. 13—39.
28. New VLBI maps of  $H_2O$  sources in different stages of evolution / D. Downes, R. Genzel, J. M. Moran et al. — *Astron. a. Astrophys.*, 1979, **79**, p. 233—262.
29. Proper motions and distances of  $H_2O$  maser sources. III. W51 North / M. H. Scheps, A. P. Lane, D. Downes et al. — *Astrophys. J.*, 1981, **249**, p. 124.
30. Rapid outburst in the water maser Cepheus A / K. Mattila, N. Hosti, M. Toriseva et al. — *Astron. a. Astrophys.*, 1985, **145**, p. 192—200.