АСТРОФИЗИКА

TOM 42

ФЕВРАЛЬ, 1999

ВЫПУСК 1

УДК: 524.74-355

СПЕКТРАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ОН МЕГАМАЗЕРНЫХ ГАЛАКТИК

Р.А. КАНДАЛЯН Поступила 29 июля 1998 Принята к печати 15 сентября 1998

Проведен анализ свойств ОН мегамазерных галактик. Используя линейную зависимость $L_{\rm OH}$ от $L_{\rm PIR}$ и функцию светимости IR-галактик, оценено ожидаемое число мегамазеров. По многочастотным данным наблюдений (от радиоволн до рентгеновских лучей), построено и исследовано спектральное распределение энергии 16 объектов. От радиоволн до рентгеновских лучей SED мегамазеров имеют ту же форму. Существенное излучение наблюдается в районе 3 мюм, что, по-видимому, свидетельствует о наличии красных гигантов и сверхититантов в этих объектах. Обсуждаются возможные причины, приводящие к отклонению наклона зависимости $L_{\rm OH}$ от $L_{\rm FIR}$ от единицы. Подтверждается предположение о том, что в мегамазерах существенную роль могут сытрать столкновительная накачка для инверсии основных уровней молекуль ОН и насыщенный механизм усиления.

1. Введение. В работе [1] нами было показано, что в ОН мегамазерных галактиках связь между OH- и FIR-светимостями линейная. а не квадратичная, как принималось раньше. В этой же работе мы предположили, что существование линейной зависимости требует пересмотра механизмов излучения и накачки ОН мегамазеров. До сих пор предполагалось, что мазерное излучение ОН •мегамазеров является ненасыщенным и усиливается излучение ралиоконтинуума облаками ОН. а FIR- излучение является источником накачки основных уровней молекулы ОН. Наши результаты и предположения недавно были подтверждены в работах [2,3] на основе VLBI наблюдений мегамазерных источников Агр 220, III Zw 35 и IRAS 17208-0014. В частности, в этих работах было показано, что ОН-излунение состоит, по меньшей мере, из двух компонентов: диффузного и компактного. Излучение диффузного компонента можно объяснить ненасьпценным механизмом излучения, а инверсия основных уровней молекулы происходит под воздействием FIRизлучения. Компактный компонент излучения ОН является насыщенным, а инверсия уровней происходит вследствие столкновений, и чисто радиационный механизм накачки не в состоянии объяснить наблюдаемые свойства. Следует отметить, что компактный компонент ОН-излучения обеспечивает до 65% всего излучения на 1667 МГц и пространственно не совпадает с источником радиоконтинуума. Последний факт является

веским аргументом, что мазерное излучение является насыщенным. В частности, накачка FIR-излучением не может объяснить высокое значение эффективности накачки (>> 1%) у компактного компонента излучения [2], так как расчеты [4] показывают, что эффективность накачки FIR-излучением существенно меньше единицы. Еще одно обстоятельство свидетельствует в пользу насыщенного мсханизма излучения. Обычно при ненасыщенном усилении наблюдается также переменность излучения. Однако до сих пор переменность излучения ОН у мсгамазеров не обнаружена.

Таким образом, становится ясно, что физические процессы, которые приводят к возникновению компонентов ОН-излучения в мегамазерах. различны. Следовательно, эти компоненты должны быть связаны с астрономическими объектами разной природы. Так, например, если компактный компонент, в основном, связан либо с активным звездообразованием, либо с активностью ядра [2,3], то часть излучения протяженного компонента может быть обусловлена активностью звездообразования, а другая - сформировавшимися объектами, как, например, звездами класса М или OH/IR звездами. Если излучение OH в мегамазерах в основном обусловлено активностью ядра или звездообразования, то следует ожидать линейную связь между ОН- и FIR- светимостями (см., раздел 5). Отклонение от линейной зависимости может быть обусловлено разными причинами (раздел 4). Мы попытаемся исследовать эти и другие вопросы ОН-мегамазеров на основе линейной зависимости между ОН- и FIR-светимостями и спектральным распределением энергии (Spectral Energy Distribution (SED)) (раздел 3). В данной работе мы также оценим ожидаемое число мегамазерных галактик (раздел 2). В наших расчетах постоянная Хаббла принята равной 75 км с⁻¹ Мпк⁻¹. Значения свстимостей и масс приведены в солнечных единицах.

2. Ожидаемое число ОН-мегамазеров. Впервые этот вопрос был рассмотрен в [5,6]. В настоящей статье для оценки ожидаемого числа ОН-мегамазерных галактик мы воспользуемся методом, предложенным в [5,6], с той лишь разницей, что вместо квадратичной мы примем линейную зависимость между ОН- и FIR- светимостями. Кроме этого, мы примем функцию FIR-светимости инфракрасных галактик, предложенную в [7], которая, на наш взгляд, более точно представляет пространственную плотность этих объектов. Ожидаемое число мегамазеров было вычислено согласно формуле (2) работы [5] и получено:

$$gN_{\rm OH} = 0.02 + 1.03 lg L_{\rm OH} - 0.44 lg^2 (1 + 0.49 L_{\rm OH}^{-0.72}),$$
(1)

где $L_{\text{он}}$ - изотропная светимость в линии ОН, $N_{\text{он}}$ - ожидаемое число. При выводе этой формулы мы приняли, что $L_{\text{OH}} = c_1 L_{\text{FR}}^{138}$ [1], а плотность

IR-галактик опредсляется следующей формулой [7]:

$$N_{\rm FIR} = 10^{-2.96} \left(L_{\rm FIR} / L_{\bullet} \right)^{1-\alpha} \exp\left\{ - \left(1/2 \,\sigma^2 \right) \lg^2 \left[1 + \left(L_{\rm FIR} / L_{\bullet} \right) \right] \right\}.$$
(2)

Для выборки мегамазерных галактик [1] принимались следующие значения коэффициентов: $c_1 = 10^{-14.02}$, $\alpha = 1.27$, $\sigma = 0.626$, $L_* = 10^{10.4} L_{a}$.

Доля IR-галактик, имеющих FIR-светимость больше $10^{10.4}L_{0}$, и показывающих OH-излучение, принята равной 0.01 [6]. В этих выражениях L_{FIR} - FIR-светимость. Таким образом, формула (1) показывает зависимость полного числа мегамазеров от OH-светимости. Для наглядности на рис.1 представлена зависимость N_{OH} от L_{OH} . Пунктирная кривая представляет зависимость (1), а гистограмма - распределение 49 мегамазеров по светимости [1]. Из этого рисунка можно сделать два основных





вывода. Во-первых, можно сказать, что ниже значения $\lg L_{OH} = 1.5$ подавляющая часть мегамазерных объектов среди IR- галактик с $\lg L_{FR} > 10.4$ уже обнаружена. Во-вторых, по мере перехода на более высокие значения L_{OH} ($\lg L_{OH} > 1.5$) число реально обнаруженных источников существенно меньше, чем ожидаемое число этих объектов. Поэтому следует ожидать, что последующие наблюдения обнаружат новые мегамазеры с $\lg L_{OH} > 1.5$, подавляющая часть которых, по всей вероятности, должна находиться на больших расстояниях с красным смещением z > 0.1. Среди них должны встречаться так называемые гигамазерные галактики, как, например, IRAS 14070+0525 [8,9]. Максимальное число мегамазеров следует ожидать в интервале светимостей $2 < \lg L_{OH} < 4$. Далее их число падает как при малых, так и при больших светимостях. При малых светимостях число гигамазеров постепенно падает и, вероятно, население

галактик с $\lg L_{FR} > 13$ становится довольно редким [7]. Нетрудно оценить, что с помощью современных радиотелескопов можно обнаружить гигамазеры со светимостью $\lg L_{OH} = 5$ (рис.1) до красного смещения z = 3 (см., также [8]). Поэтому гигамазеры ОН позволят исследовать ранние стадии эволюции Вселенной.

3. Спектральное распределение энергии. В этом разделе мы рассмотрим спектральное распределение энергии мегамазерных галактик от радиоволн до ренттеновских лучей. Спектральное распределение позволяст иметь представление о природс источников энергии в этих галактиках. С этой целью нами были собраны данные наблюдений на разных частотах. Основная часть данных была отобрана с помощью базы данных NED¹. Дополнительные данные были взяты также из работ [11-14]. Ссылки на радионаблюдения приведены в [1]. Из 49 мегамазеров только у 16 галактик существуют полные данные для построения SED. На рис.2 приведены спектры этих объектов, где частота приведена в Гц. а плотность энергии в единицах (Вт м⁻²). Для сравнения на рис.3 приведены SED некоторых галактик, которые по FIR-светимости близки к мегамазерным галактикам, однако от них ОН-излучение не было обнаружено. Из этих распределений можно сделать следующие выводы. Вопервых. SED у мегамазеров похожи друг на друга. Главный максимум распределения приходится в районе 60 мкм. Подобное распределение характерно для сверхмощных IR-галактик (см., например, [11,12]). Вовторых, у мегамазсров почти всегда наблюдается также второй максимум около 3 мкм, тогда как подобный максимум у сверхмощных IR-галактик без ОН-излучения часто отсутствует. Поэтому кажется, что процент обнаружения ОН-мегамазеров будет выше у тех IR-галактик, которые обладают этим пиком около 3 мкм (см., разделы 5,6).

В литературе часто обсуждаются две основные версии о природе излучения сверхмощных IR-галактик. Первая версия предполагает, что сверхмощные IR-галактики являются квазарами, окруженными плотным слоем пыли, иначе говоря, основным источником энергии у этих галактик является активное ядро с нетепловым излучением [11]. Вторая версия предполагает, что особенности этих галактик в основном можно объяснить, принимая, что источником энергии является вспышка звездообразования в центральной части галактики, без привлечения активности ядра (см., например, [12]). Однако истина в том, что если для большинства IR-галактик вспышка звездообразования вполне объясняет наблюдаемые особенности, то для ряда объектов, как, например, Mkn 231, UGC 5101

¹This research has made use of the NASA/IPAC Extragalactic Database (NED) which is operated by the Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, under contract with the National Areonautics and Space Administration.



Рис.2. Спектральное распределение энергии мегамазерных галактик.



Рис.2. (продолжение)

и т.п., существенную роль играет активное ядро, а не вспышка звездообразования (см., например, [15], в ней же ссылки на другие работы).



Рис.3. Спектральное распределение энергии IR-галактик без ОН-излучения.

Не исключено, что в одной и той же галактике могут существовать оба источника энергии, а именно активное ядро и вспышка звездообразования. При этом в зависимости от частоты, излучение может быть обусловлено либо вспышкой звездообразования, либо активностью ядра.

В мегамазерных галактиках гидроксила излучение на частоте 1667 МГц всегда сильнее, чем излучение на 1665 МГц. Такая же ситуация наблюдается и у галактических OH/IR звезд, но у последних доминирует излучение на 1612 МГц. Звезды OH/IR чаще всего являются красными гигантами и сверхгигантами и у них также наблюдается пик в SED в близкой области IR [16].

Таким образом, создается впечатление, что если у ОН-мегамазеров главный максимум в SED обусловлен звездообразованием, то вполне вероятно, что второй максимум в близкой IR-области обусловлен наличием красных гигантов и сверхгигантов в этих галактиках. Однако не исключено, что второй пик является следствием нетеплового излучения активного ядра [11]. В сверхмощных IR-галактиках существенным становится также излучение горячей пыли с температурой ~ 800 К и этот компонент может определять значительную часть излучения в близкой IR.

Следует отметить, что широкополосная фотометрия не позволяет отличать вклад красных гигантов от вклада сверхгигантов, так как они имеют почти одинаковые IR-цвета. Однако спектральные наблюдения в этой области позволяют в какой то мере отождествлять красные

Р.А.КАНДАЛЯН

сверхгиганты на основе амплитуды поглощения в линии СО молскулы [17]. У красных сверхгигантов поглощения в линии СО сильнее, чем у гигантов (СО-индекс). Но не всегда удается отделить вклад сверхгигантов от вклада горячей пыли [18]. Тем не менсе, авторы [18] предполагают, что в галактиках со вспышкой звездообразования в близкой IR-области основной вклад вносят красные гиганты и сверхгиганты (см., также [16] и ссылки в ней). Недавно для выборки сверхмощных IR-галактик были проведены спектральные наблюдения в К-диапазоне [19,20]. Согласно этим работам основным источником излучения в этих галактиках является звездообразование. Примерно 25 - 30% излучения обусловлено активностью ядра [21]. Таким образом, из вышеприведенных результатов следует, что оба вида источников энергии могут существовать одновременно в этих галактиках.

4. Некоторые особенности ОН-мегамазеров в линии 1612 МГц. Выше отмечалось, что по свойству излучения в главных линиях ОН кило- и мегамазеры близки к OH/IR-звездам, однако существуют также определенные различия. Обнаружение линии излучения на 1612 МГц у кило- и мегамазеров послужило бы веским аргументом, что наличие пика в близкой IR-области в SED обусловленно красными гигантами и сверхгигантами. В частности, излучение на 1612 МГц обнаружено у киломазеров NGC 253, M 82 (см., например, [22,23]), а среди мегамазеров только у Агр 220 [24]. Нам кажется, что подобная ситуация в обнаружении линии 1612 МГц главным образом обусловлена слабостью излучения этой линии, кроме того линии сателлитов мало исследованы.

Если излучение на частотах 1667 и 1665 МГц у кило- и мегамазеров имеет как компактный, так и протяженный компоненты, то излучение на 1612 МГц является протяженным и не имеет компактного компонента, совпадающего с центральной частью галактики. Согласно [25] протяженный компонент излучения у Агр 220 на 1612 МГц, вероятно, связан с OH/IR-звездами. Примерно такая же картина наблюдается у NGC 253 [22] и M 82 [23], хотя в случае M 82 авторы обсуждают также возможность излучения от молекулярного тора, окружающего активное ядро. Вопросы возникновения линий сателлитов у мегамазеров, в частности у Агр 220, рассмотрены в [4]. Суммируя, можно сказать, что определенная часть излучения на 1667 и 1612 МГц у мегамазеров может быть связана с OH/IR-звездами.

Перейдем к обсуждению линейной связи между $L_{\rm OH}$ и $L_{\rm FIR}$ с учетом вышеприведенных данных.

5. Связь между ОН- и FIR-светимостями. Последние VLBI наблюдения Arp 220, IIIZw 35 и IRAS 17208-0014 [2,3] показали, что в первом приближении излучение ОН в мегамазерных галактиках состоит

из двух компонентов: компактного и протяженного. Почти 70% излучения (Агр 220) на частоте 1667 МГц обусловлено компактным компонентом. На наш взгляд, протяженный компонент, в свою очерсдь, можно условно разделить на две составляющие, а именно, часть излучения этого компонента может быть обусловлена звездообразованием и молодыми OH/IR-звездами, а другая часть - старыми OH/IR-звездами. По всей вероятности, отличаются также механизмы инверсии населенностей и излучения в этих компонентах. В компактном компоненте излучения, всроятно, доминируют столкновительные механизмы инверсии и мазер является насыщенным, а в протяженном компоненте существенную роль могут играть также радиационные механизмы накачки с ненасыщенным усилением излучения. В связи с тем, что доминирующим в мегамазсрах является компактный компонент излучения, наши дальнейшие рассуждения, в первую очередь, будут опираться на особенности этого компонента, и постараемся обосновать, почему зависимость между L_{он} и L_{гв} должна быть линейной и какие процессы могут привести к отклонению от линейной зависимости.

Известно, что изотропная светимость насыщенного мазера определяется следующим выражением (см., например, [26,27]):

$$L_{\rm OH} = h v n_{\rm I} \Delta PV,$$

где h_V - энергия мазерного фотона; n_1 - число молекул ОН в верхнем сигнальном уровне; ΔP - частота инверсии населенностей или разница частот накачки между сигнальными уровнями; V - объем мазерного источника. Видно, что светимость растет с увеличением $n_1\Delta P$ и V.

Раныше мы отмечали, что у одних галактик излучение центральной части можно объяснить вспышкой звездообразования, а у других - активностью ядра. В обоих случаях происходит увеличение плотности в окрестности центра галактики (ударные волны, выбросы из ядра и т.п.). Поэтому в процессе активности звездообразования или ядра растет вероятность столкновений частиц, молекул и атомов. Следовательно, увеличивается). Одновременно, с увеличением плотности молекул и атомов растет также плотность частиц пыли, которые переизлучают *UV*-излучение в *IR*. Известно также, что при этом *IR*-светимость растет линейно с увеличением плотности растет линейно с увеличением образования или ядра с также плотности пылевых частиц. Таким образом, в процессе активности звездообразования или ядра обе светимости (L_{OH} и L_{FIR}) зависят от плотности газа линейно, следовательно, связь между ними также будет линейной.

Теперь рассмотрим возможные причины, которые могут привести к отклонению зависимости L_{OH} от L_{FIR} от линейной, что и наблюдается на самом деле [1].

Наклон между двумя переменными (L_{oH} и L_{FIR}) определяется следующей формулой [1]:

$$S = R(s_{\rm OH}/s_{\rm FIR}),$$

где зон и s_{FIR} - средние квадратичные отклонения ОН- и FIR-светимостей, а R - коэффициент корреляции между ними. Son и SFIR, В свою очередь, состоят из двух составляющих. Первая составляющая определяется дисперсней шумов приемной системы, а вторая - физическими процессами. Естественно, что первая составляющая дисперсии является постоянной и не меняется при переходе от одной галактики к другой, в то время как вторая составляющая, обусловленная физическими процессами. будет меняться. Поэтому наклон S зависит только от отношения вторых составляющих son /s (для простоты мы сохранили те же обозначения). Следовательно, наклон S>1, если son > s EB. В общем случае можно предположить, что soil и srik состоят из двух составляющих. Первая составляющая характеризует дисперсию процессов, возникающих при активности ядра или вспышки звездообразования, а вторая - дисперсию тех процессов, которые приводят к излучению ОН и FIR, но не связаны ни с активностью ядра, ни со вспышкой звездообразования (например, старые красные гиганты и сверхгиганты). Тогда именно наличие вторых составляющих приведет к S>1. На то, что подобные компоненты излучения ОН и FIR могут существовать в мегамазерных галактиках, указывает их форма SED (см., раздел 3). Исходя из вышеизложенного, можно предположить, что чем больше вклад протяженного компонента в интегральное ОН-излучение, тем больше наклон между Lon и Lon будет отличаться от единицы.

6. Обсуждение. До сих пор обнаружение мегамазерных галактик осуществлялось с помощью одиночных радиотелескопов с угловым разрешением, в лучшем случае, несколько минут. Следовательно, диаграмма направленности радиотелескопа охватывает практически всю галактику. Поэтому вычисленные ОН-светимости относятся ко всей галактике (центральная часть + диск). Правда, подавляющая часть ОНизлучения исходит от центра галактики. Однако в центре и диске галактики могут существовать старые OH/IR-звезды. Поэтому их вклад в L_{он} может привести к увеличению наклона зависимости L_{он} ~ L_{ги}, если вспомним, что OH/IR-звезды показывают также сильную переменность ОН-излучения. Отметим, что дисперсия FIR-светимости, обусловленная OH/IR-звездами, очень мала [28]. Конечно, излучение OH/ IR-звезд не является единственной причиной, приводящей к увеличению наклона зависимости L_{он} ~ L_{гв}. Например, относительная доля компонентов IR-излучения может быть различной у разных галактик. Геометрические эффекты, как, например, направленность мазерного излучения, вариации

эффективности накачки (см. также [29]), также могут увеличить дисперсию светимостей.

Рассмотрим особенности содержания молекулярного водорода у мсгамазерных галактик на основе их наблюдений в линии ¹²CO (1-0). Из 49 галактик у 22 объектов в литературе приведены результаты COнаблюдений. Эти данные нами заимствованы из работ [30,31], а у трех галактик, IRAS 01364-1042, 04454-4838 и 11506-3851, данные брались из [32]. Коэффициент преобразования CO-светимости в массу молекулярного водорода мы принимали 4.6 M_{\odot}/K км с⁻¹ пк². Среднее значение массы водорода для выборки мегамазерных галактик составляет < lgMH2 > = 10.16 ± 0.09. Мы вычислили коэффициенты корреляции и наклоны зависимостей L_{OH} от L_{C} , MH2, а также L_{FIR} от MH2, где L_{C} - светимость в радиоконтинууме [1]. При этом искусственные корреляции между светимостями и расстоянием были учтены. Эти зависимости имеют следующий вид:

 $lg L_{OH} = (0.76 \pm 0.24) lg L_{C} - (5.07 \pm 1.57), R = 0.59, p = 6 \cdot 10^{-3},$ $lg L_{OH} = (1.20 \pm 0.35) lg MH 2 - (15.83 \pm 3.60), R = 0.62, p = 3 \cdot 10^{-3},$ $lg L_{FIR} = (0.90 \pm 0.13) lg MH 2 + (0.78 \pm 1.22), R = 0.86, p = 10^{-6},$

где р - уровень значимости корреляций. Однако, следует отметить следующий интересный факт. По значимости и первоначальности корреляций существенными являются те связи, которые включают IRизлучение. Так, например, если исключить IR-излучение из рассмотрения, то L_{он} не зависит ни от L_c, ни от MH2. Второй по значимости в этих зависимостях является МН2. При исключении МН2 слабая зависимость между L_{он} и L_{ги} все же остается. Исключение же L_с мало влияет на другие зависимости, а именно, зависимость L_{он} от L_{ттв} и MH2 сохраняется. Это означает, что излучение OH не зависит от радиоконтинуума и приведенная выше зависимость L_{он} от L_с является следствием зависимостей L_{oH} от L_{FIR} и L_{FIR} от L_c . Настоящий анализ подтверждает тот факт [2,3], что в мегамазерах излучение является насыщенным. Из приведенных соотношений видно, что в пределах ошибок измерения L_{он} и L_{ыв} линейно зависит от MH2. Известно, что линейная связь между L_{ITP} и MH2 наблюдается также у других галактик (см., например, [33]). Последние соотношения также показывают, что L_{ов} и L_{тв} линейно связаны с плотностью газа. С другой стороны, в связи с тем, что $L_{\text{FIR}} \sim M_{A}$ (M_{A} - масса пыли), то $MH2 \sim M_{A}$ [32].

Недавние VLBI-наблюдения 31 сверхмощных IR-галактик в радиоконтинууме на волне 18 см, с угловым разрешением несколько миллисекунд дали ряд интересных результатов [15]. Остановимся на некоторых из них. Из 31 галактики 13 являются также OH-мегамазерами. В частнос-

Р.А.КАНДАЛЯН

ти, было оценено, что компактный компонент радиоизлучения составляет примерно 12% интегрального излучения, т.е. 88% интегрального излучения исходит от протяженного компонента. Не было обнаружено значительных корреляций, в частности, между радиоизлучением компактного компонента с FIR-излучением и массой молекулярного водорода. Нетрудно заметить, что эти результаты хорошо согласуются с данными нашего анализа, а именно отсутствием связи радиоконтинуума с мазерным излучением ОН. Это обстоятельство еще раз подтверждаст предположение о насыщенном механизме излучения ОН в мегамазерных галактиках.

Во втором разделе настоящей работы мы показали, что ожидаемое число мегамазерных галактик возрастает на больших расстояниях. Поэтому обнаружение новых мега- и гигамазеров следует ожидать среди IR-галактик с большим красным смещением. Согласно [34] обнаружены IR-галактики до z = 4.7. Помимо обнаружения новых мегамазеров, другой важной задачей является их исследование в широком диапазоне частот. Кроме всего, эти галактики являются весьма подходящими объектами для исследования связи активное ядро – вспышка звездообразования.

7. Заключение. На основе выборки 49 мегамазерных галактик и линейной связи между ОН- и FIR-светимостями оценено ожидаемое число этих объектов. Для 16 галактик построены их спектральные распределения энергии от радиоволн до рентгеновских лучей. Показано, что у мегамазерных галактик наблюдается существенное излучение в районе 3 мкм, что, по-видимому, свидетельствует о наличии красных гигантов и сверхгигантов в этих галактиках. Обосновывается линейная связь между L_{OH} и L_{FIR} и обсуждаются возможные причины, которые могут привести к отклонению этой зависимости от линейной.

Приведены некоторые факты, которые подтверждают предположение о том, что в компактном компоненте излучения ОН инверсия населенностей происходит под воздействием столкновений, а механизм излучения является насыщенным. Показано, что связь между L_{OH} и L_{FIR} является первоначальной среди других зависимостей L_{OH} .

Бюраканская астрофизическая обсерватория им. В.А.Амбарцумяна, Армения

SPECTRAL ENERGY DISTRIBUTION OF OH MEGAMASER GALAXIES

R.A.KANDALYAN

The analysis of properties of OH megamaser galaxies is presented. Using luminosity function of the luminous infrared galaxies, as well as linear relationship between OH and FIR luminosities the expected number of OH megamaser galaxies has been estimated. Spectral energy distributions (SED) of 16 megamaser galaxies have been constructed and investigated using multifrequency (from radio to X-ray) data. The SED of megamasers look closely similar at radio to X-ray. There is significant emission around 3 micron which may due to by red giants and supergiants of these galaxies. The possible causes which may deviate the slope of the relation $L_{OH} \sim L_{FIR}$ from unity are discussed. The suggestion that in megamaser galaxies the collisional pump for the inversion of main lines of OH and saturated amplifying may play an important role is confirmed.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Р.А.Кандалян, Астрофизика, 39, 417, 1996.
- 2. C.J.Lonsdale, P.J.Diamond, H.E.Smith, C.J.Lonsdale, Astrophys. J., 439, L13, 1998.
- 3. P.J.Diamond, C.J.Lonsdale, C.J.Lonsdale, H.E.Smith, Astrophys. J., (in press), 1998.
- J.Randell, D.Field, K.N.Jones, J.A.Yates, M.D.Gray, Astron. Astrophys., 300, 659, 1995.
- 5. W.A.Baan, Astrophys. J., 338, 804, 1989.
- 6. W.A.Baan, in "Skylines: Proc. 3d Haystack Conf.", eds. A.D.Haschick, P.T.P. Ho (ASP Conf., Ser., 16), 1991, p.5.
- 7. W.Saunders, M.Rowan-Robinson, A.Lawrence, G.Efstathiou, N.Kaiser, R.S.Ellis, C.S.Frenk, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 242, 318, 1990.
- 8. V.Burdyuzha, B.Komberg, Astron. Astrophys., 234, 40, 1990.
- 9. W.A.Baan, J.Rhoads, K.Fisher, D.A.Altschuler, A.Haschick, Astrophys. J., 396, L99, 1992.
- 10. C. Henkel, T.L. Wilson, Astron. Astrophys., 229, 431, 1990.
- D.B.Sanders, B.T.Soifer, J.H.Elias, B.F.Madore, K.Matthews, G.Neugebauer, N.Z.Scoville, Astrophys. J., 325, 74, 1988.
- D.Rigopoulou, A.Lawrence, M.Rowan-Robinson, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 278, 1049, 1996.

- 13. D.P.Carico, D.B.Sanders, B.T.Soifer, J.H.Elias, K.Matthews, G.Neugebauer, N.Z.Scoville, Astron. J., 95, 356, 1988.
- 14. J.P.Vader, J.A.Frogel, D.M.Terndrup, C.A.Heisler, Astron. J., 106, 1743, 1993.
- 15. H.E.Smith, C.J.Lonsdale, C.J.Lonsdale, Astrophys. J., 492, 137, 1998.
- 16. C.M. Telesco, in: "IV Canary Island Winter School of Astrophys.", eds. A. Monpaso, M. Prieto, F. Sanchez, Cambridge, 1993, p.175.
- 17. S.G.Kleinmann, D.N.Hall, Astrophys. J. Suppl. Ser., 62, 501, 1986.
- 18. D.A.Smith, T.Herter, M.P.Haynes, Astrophys. J., 494, 150, 1998.
- 19. J.D.Goldader, R.Q.Joseph, R.Doyon, D.B.Sanders, Astrophys. J. Suppl. Ser., 108, 449, 1997.
- 20. J.D. Goldader, R.Q. Joseph, R. Doyon, D.B. Sanders, Astrophys. J., 474, 104, 1997.
- 21. S. Veilleux, D.B. Sanders, D.-C. Kim, Astrophys. J., 484, 92, 1997.
- 22. D.T.Frayer, E.R.Seaquist, D.A.Frail, Astron. J., 115, 559, 1998.
- 23. E.R.Seaquist, D.T.Frayer, D.A.Frail, Astrophys. J., 487, L131, 1997.
- 24. W.A.Baan, A.D.Haschick, Astrophys. J., 318, 139, 1987.
- 25. C.Henkel, R.Gusten, W.A.Baan, Astron. Astrophys., 185, 14, 1987.
- 26. V.V.Burdyuzha, K.A.Vikulov, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 244, 86, 1990. 117, 1994.
- 27. M.J. Claussen, K.-Y.Lo, Astrophys. J., 308, 592, 1986.
- 28. I.Iben Jr., A.Renzini, Ann. Rev. Astron. Astrophys., 21, 271, 1983.
- 29. L.Staveley-Smith, R.P.Norris, J.M. Chapman, D.A.Allen, J.B. Whiteoak, A.L.Roy, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 258, 725, 1992.
- 30. D.B.Sanders, N.Z.Scoville, B.T.Soifer, Astrophys. J., 370, 158, 1991.
- P.M.Solomon, D.Downes, S.J.E.Radford, J.W.Barrett, Astrophys. J., 478, 144, 1997.
- 32. J.F.Mirabel, R.S.Booth, G.Garay, L.E.B.Johansson, D.B.Sanders, Astron. Astrophys., 236, 327, 1990.
- J.S. Young, S.Xie, J.D.P.Kenney, W.L.Rice, Astrophys. J. Suppl. Ser., 70, 699, 1989.
- 34. M.Rowan-Robinson, in: "Cold Gas at High Redshift", eds. M.Bremer, H.Rottgering, P.P. van der Werf, C.Carilli, (Kluwer Academic Publ., Netherlands), 1996, p.61.