

ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ, РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ

ВЫДЕЛЕНИЕ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ИЗЛУЧЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО МАЗЕРА, ВОЗНИКАЮЩЕЙ ИЗ-ЗА ГРАВИТАЦИОННО-ВОЛНОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

С.В. Сипаров¹, В.А. Самодуров²

¹ Государственный университет гражданской авиации, Санкт-Петербург

² Радиоастрономическая обсерватория РАН, Пуццоно

Аннотация

В соответствии с теоретическими представлениями космические мазеры могут испытывать воздействие периодических гравитационных волн, испускаемых тесными двойными звездными системами. При выполнении некоторых условий возможно возникновение оптико-метрического параметрического резонанса – эффекта нулевого порядка по малой амплитуде гравитационной волны, проявляющегося в возникновении специфической периодической составляющей интенсивности сигнала космического мазера. Этот сигнал является сложным, и для выделения требуемой составляющей необходима специальная методика. В работе представлены результаты поиска и обнаружения такой составляющей в сверхбыстрых флуктуациях излучения космических мазеров.

Ключевые слова: обработка сигнала, космический мазер, периодическая составляющая, гравитационные волны, двойная звездная система.

1. Сигналы космических мазеров и их обработка

Регистрация сигнала космического мазера происходит следующим образом. Антенна радиотелескопа наводится на источник и настраивается на заданную частоту. В течение определенного времени экспозиции (от 2,5 до 7 мин. для разных сессий наблюдений и источников) происходит накопление сигнала на всех смежных частотах, а затем строится и выводится спектр – зависимость потока излучения (в $\text{Ян}^*\text{км/с}$) на данной частоте от величины частоты (фактически, от отстройки данной частоты от основной в км/с). Затем вновь включается режим экспозиции и процедура повторяется N раз, пока условия наблюдения позволяют (антенна при этом отслеживает вращение Земли). В результате получается набор спектров

(рис.1а-в), соответствующих сигналам, накопленным в последовательные (приблизительно равные) промежутки времени. Даже визуально можно убедиться, что в сигналах имеются детали, интенсивность которых меняется от цикла к циклу на протяжении времени наблюдения.

Обработка начинается с того, что находится среднее значение потока I_0 для каждого спектра. Затем интервал частот (скоростей) разбивается на участки, содержащие отдельные детали спектров (см. вертикальные линии на рис.1) и находятся средние значения I_i для каждого участка. Затем находятся значения $I_{id} = I_i - I_0$, и с помощью программы обработки для полученного набора $n = 1, 2, \dots, N$ спектров строятся зависимости интенсивностей от номера цикла, т.е. $I_0(n)$, $I_i(n)$ и $I_{id}(n)$.

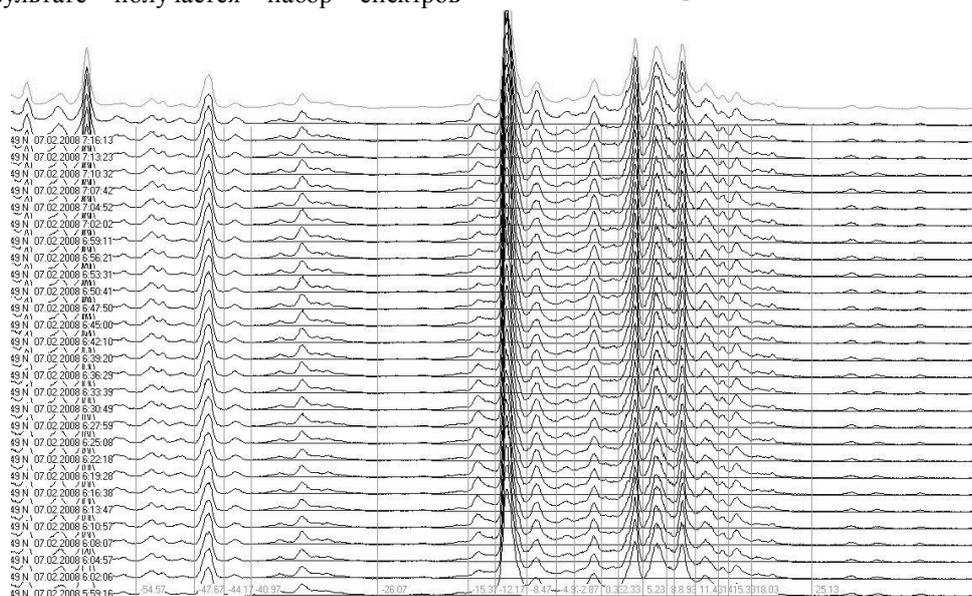


Рис.1а. Зависимость спектра источника W49N от времени, полученная 07.02.2008 (РТ-22 РАО РАН, Пуццоно)

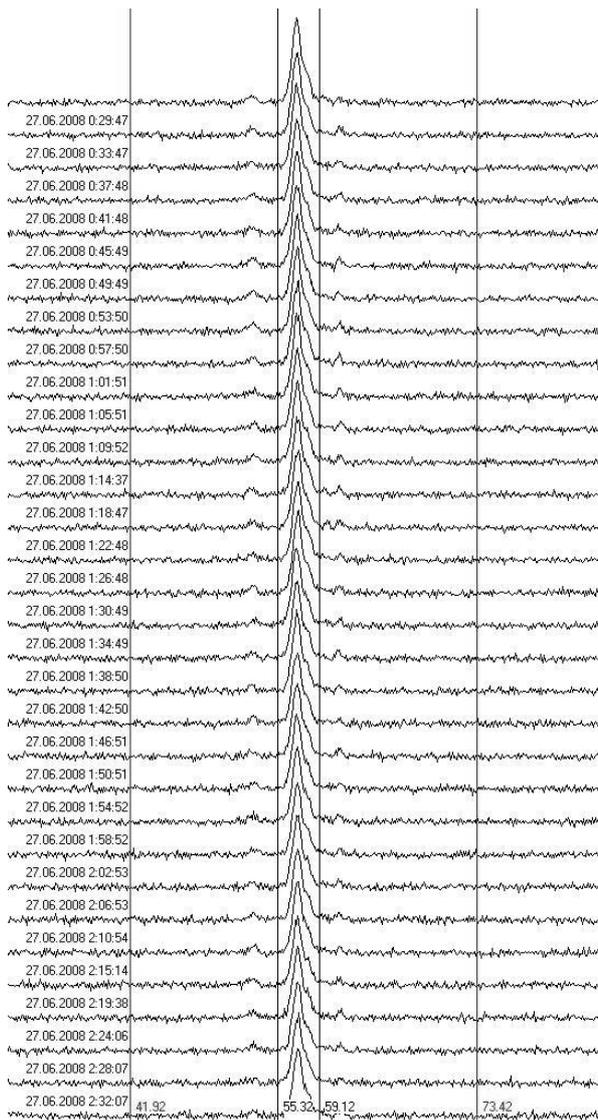


Рис.16. Зависимость спектра источника W33B от времени, полученная 27.06.2008 (РТ-22 РАО РАН, Пуцино)

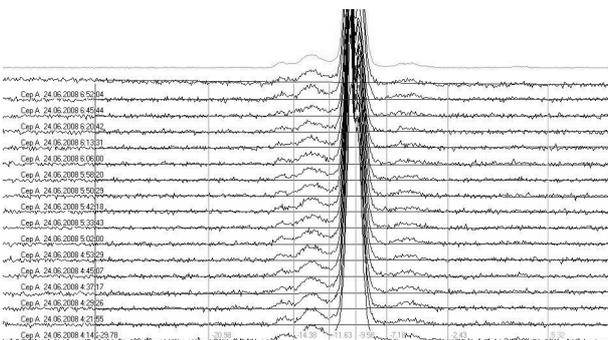


Рис.17. Зависимость спектра источника Ser A от времени, полученная 24.06.2008 (РТ-22 РАО РАН, Пуцино)

Вычисление зависимостей дифференциальных потоков $I_{id}(n)$ позволяет исключить влияние переменности источника в целом (или переменности характеристик аппаратуры, атмосферы, межзвездной

среды) на характер флуктуации отдельных деталей. При необходимости иметь точно равноотстоящие временные точки, полученные графики можно приблизить сплайнами.

Затем выполняется Фурье-преобразование временных зависимостей потоков для всего спектра и для всех выделенных деталей. При сложной зависимости сигнала от времени, Фурье-спектр содержит набор частот, характеризующихся пиками разной высоты. Интерес может представлять деталь источника, Фурье-спектр которой содержит единственный пик. Наличие такого графика хотя бы в одном цикле наблюдений указало бы на периодическое (закономерное) изменение потока для данной детали спектра, по крайней мере, в течение времени наблюдения (несколько часов). В этом случае можно определить значения соответствующей частоты ν_j и периода T_j этого изменения. Далее по соответствующим записям сигнала радиотелескопа может быть определена величина $I_{id}^{(j)}$ потока, а также значение отстройки и частоты радиосигнала, соответствующей этой детали.

Таким образом, в результате обработки данных наблюдений могут быть получены следующие величины:

- ν_j – частота изменения потока для выделенной детали спектра заданного радиоисточника;
- T_j – период изменения потока на этой детали;
- $I_{id}^{(j)}$ – средняя величина потока, соответствующая этой детали;
- $\Omega_i^{(j)}$ – значение частоты радиоисточника для этой детали.

2. Результаты обработки полученных сигналов и их анализ

С целью поиска периодических компонент в сигналах космических мазеров на радиотелескопе РТ-22 Пушинской РАО были исследованы следующие радиоисточники: W49N (9 сессий), W33B (3 сессии), Сер А (9 сессий), S128 (1 сессия), W3(2) (1 сессия), W33B (3 сессии), W44C (1 сессия), W75N (3 сессии), RT Vir (1 сессия). Помимо указанных целенаправленных измерений, выполненных в 2008 году, были проанализированы также результаты поиска сверхбыстрых флуктуаций, выполненных там же для этих же источников в период 2005-2007 год (еще 20 сессий).

Зависимости потоков от времени на отдельных деталях спектров для исследованных промежутков времени наблюдений различаются для различных источников и дат. Результаты проведенной обработки сигналов, представленные на рис. 2-5, показывают, что на некоторых деталях поток не проявляет значимых изменений (рис. 2), некоторые детали претерпевают быстрые флуктуации на масштабах единиц и десятков минут (рис.3), некоторые смежные детали демонстрируют компенсаторное поведение (рис.4), которое уже отмечалось ранее [1- 4].

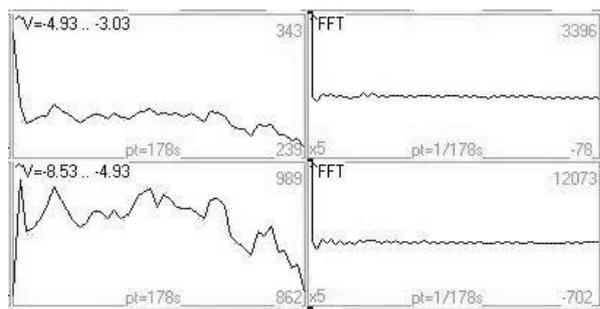


Рис. 2. Временные зависимости и Фурье-спектры смежных деталей источника W49N для даты 12.02.2008 (PT-22 PAO РАН, Пуцино)

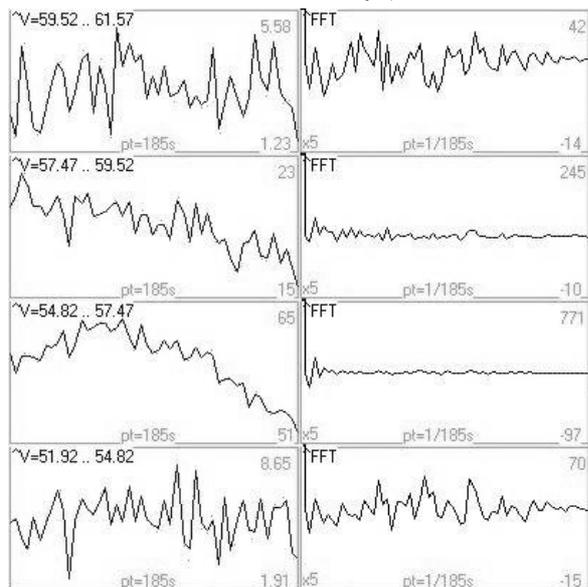


Рис. 3. Временные зависимости и Фурье-спектры смежных деталей источника W33B для даты 26.06.2008 (PT-22 PAO РАН, Пуцино)

Можно отметить, что по своим проявлениям такое поведение напоминает следствие теории ОМПР [5-11], кратко изложенной в Приложении, согласно которому в двух боковых крыльях центрального пика происходит периодическое синфазное изменение интенсивности. Это происходит за счет соответствующего (противоположного) изменения интенсивности центрального пика, что указывает на то, что сигнал ОМПР обусловлен не весьма малой энергией ГВ, но представляет собой перераспределение энергии электромагнитной волны мазера в условиях параметрического резонанса. Как следует из рис. 4, характер измеренной временной зависимости и Фурье-спектра является более сложным, поэтому,

хотя однозначно интерпретировать эти графики как результат ГВ-воздействия на мазер преждевременно, их не следует оставить без внимания.

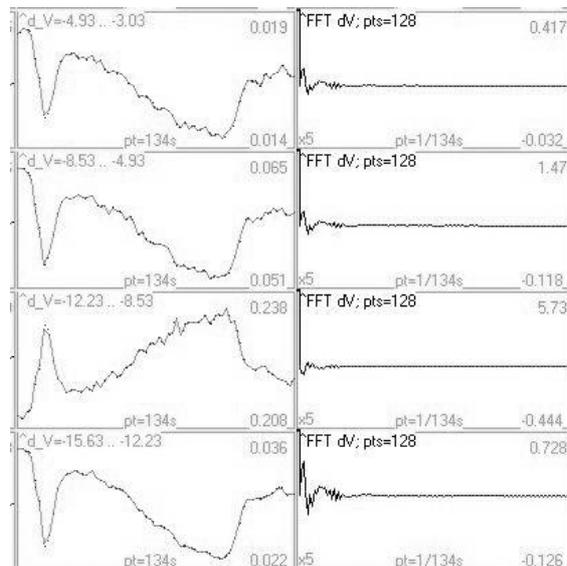


Рис. 4. Временные зависимости и Фурье-спектры смежных деталей источника W49N для даты 11.02.2008, демонстрирующие компенсаторное поведение (PT-22 PAO РАН, Пуцино)

Тем не менее, в некоторых сигналах космических мазеров на фоне неупорядоченных флуктуаций отдельных деталей были обнаружены и близкие к монохроматическим периодические компоненты. С учетом целей данного исследования следует убедиться в том, что один и тот же источник содержит нестационарную компоненту с одним и тем же периодом в разные даты. На данном этапе исследования последнее с достаточной определенностью было обнаружено (рис.5) у источника Сер А с координатами RaJ 22^h 54^m 19,2^s, Dec 61^o 45' 44,1", находящегося на расстоянии d = (0,70 +/- 0,04) кпс от Земли.

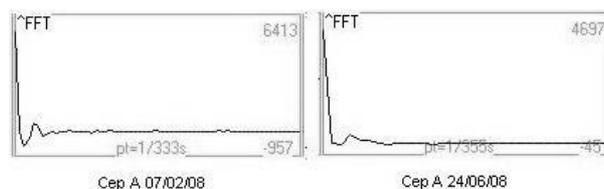


Рис.5. Фурье-спектры источника Сер А, полученные 07.02.08 и 24.06.08 (PT-22 PAO РАН, Пуцино)

Соответствующие характеристики этих сигналов представлены в Табл.1

Таблица 1

Источник	Дата	Деталь Км/с	$\nu_j \cdot 10^{-3}$ Гц	T_j с(мин)	$I_{id}^{(j)}$ Ян*кМ/с
Сер А	07.02.08	-11,5, -7.7	~0,75	~1332(22.2)	1631
	24.06.08	-11,6, -7.2	~0,7	~1420(23.7)	2775

Потоки излучения вычислялись с учетом антенного коэффициента для данного телескопа. Некоторый разброс в периодах обусловлен разными време-

нами экспозиции в разных сессиях наблюдений (здесь ~4 мин и ~7 мин соответственно). В другие даты этот пик также может быть обнаружен, но

наряду с ним присутствуют и другие, соответствующие другим членам разложения (рис.6).

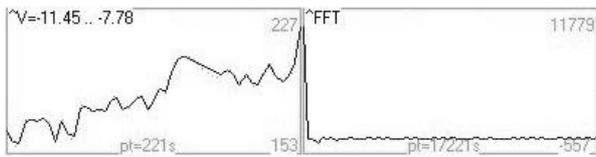


Рис.6. Временной и Фурье-спектр источника Сер А, полученные 25.06.08 (РТ-22 РАО РАН, Пущино)

Отметим, что величины потоков, приведенные в таблице, имеют одинаковый порядок. Как видно из представленных рисунков, периодические компоненты, дающие заметный вклад, имеются и у других исследованных источников, однако для повышения достоверности измерений следует уменьшить времени экспозиции.

3. Интерпретация результатов

Считается, что космическое радиоизлучение, соответствующее некоторым переходам в молекулах H_2O , OH и других, обладающее высокой степенью монохроматичности и исходящее из областей пространства величиной 10^0-10^2 а.е., порождается космическими мазерами [12-15]. Интенсивность таких источников имеет порядок 10^1-10^3 Ян на фоне $10^{-1}-10^0$ Ян. Спектр космического мазера сосредоточен в полосе шириной порядка 10^2 км/с и содержит ряд еще более узких деталей, соответствующих пятнам (конденсациям), размер которых может составлять 0,1 а.е. Космический мазер – сложная астрофизическая система, представляющая собой облако разреженного газа, отдельные части которого обладают различной плотностью и могут перемещаться относительно друг друга. Происхождение исходной накачки может быть различным для различных мазеров, а спектральный состав излучения и интенсивности отдельных деталей на выходе меняются со временем. В работах [1-3] было обнаружено, что излучение космических мазеров претерпевает и сверхбыстрые флуктуации (десять минут), природа которых может быть связана как с процессами внутри мазерных облаков, так и с возможными внешними причинами. Быстрая переменность спектральных деталей может быть обусловлена следующим:

- 1) явления конкуренции за накачку излучения близко расположенных мазерных конденсаций;
- 2) изменения внутри пятен-конденсаций излучения;
- 3) быстрые изменения общего потока при проекционном наложении движущихся конденсаций на луч зрения наблюдателя;
- 4) вихревые явления в космических мазерах.

Внутреннюю причину для появления периодической компоненты интенсивности сигнала космического мазера предложить достаточно трудно. Однако в некоторых случаях можно было бы рассмотреть вопрос о возможной внешней причине переменности.

Как показано в [5-7], при определенных условиях излучение космического мазера может приобрести

специфическую составляющую, обусловленную воздействием периодических гравитационных волн (ГВ), создаваемых тесной двойной системой или пульсаром. Теория такого эффекта – оптико-метрического параметрического резонанса (ОМПР) – была разработана в серии статей [5-11]. Особенность ОМПР состоит в том, что для регистрации указанного воздействия ГВ следует наложить требования не на интенсивность ГВ и на соответствующую чувствительность аппаратуры, а на выполнение комплекса условий, обеспечивающих (параметрический) резонанс. Последнее означает, что эффект будет иметь не первый порядок по чрезвычайно малой амплитуде ГВ, как во всех (18-ти!) предложенных или уже используемых способах их детектирования, а нулевой, что позволяет принципиально иначе подойти к вопросу о регистрации ГВ. Теперь проблема смещается из области технических решений и борьбы с шумами, что характерно для локальных детекторов, в область поиска подходящих астрофизических систем и наблюдения сигнала космического мазера с помощью уже существующей аппаратуры.

Упомянутая выше специфическая составляющая сигнала представляет собой периодическое изменение интенсивности монохроматического сигнала мазера на определенной частоте с удвоенной частотой ГВ, пропорциональное следующему выражению

$$\text{Im}(\rho_{21}) \sim \frac{\alpha_1}{D} \cos 2Dt + O(\epsilon). \quad (1)$$

Здесь $\alpha_1 = \mu E / \hbar$ – частота (параметр) Раби, характеризующая интенсивность излучения (μ – индуцированный дипольный момент, \hbar – постоянная Планка, E – напряженность электрического поля радиосигнала), D – частота гравитационной волны, действующей на космический мазер, ϵ – малая величина, характеризующая силу поля мазера, $\epsilon = \gamma / \alpha_1$, где γ – постоянная распада перехода (для космического H_2O -мазера $\gamma \sim 10^{-10}$ Гц). Как видно из (1), искомый сигнал не зависит от амплитуды ГВ, что характерно для резонансных эффектов, а его собственная амплитуда зависит от отношения частоты Раби и частоты ГВ, которое имеет порядок $O(1)$. Некоторые подробности теории ОМПР приведены в Приложении.

Таким образом, измеренные и проанализированные флуктуации излучения радиоисточников и их деталей указывают на существование периодических компонент, которые можно рассматривать как свидетельство возможного ГВ-воздействия на космический мазер. Для таких источников, как W49N, W33B, Сер А, W43M3, в отдельных сериях наблюдений на волне $\lambda = 1,35$ см ($\nu = 22,25$ ГГц) уже была обнаружена [4] переменность в десятки процентов на характерных временах 5 – 30 минут. Это означает, что в нашем случае в качестве источников периодических ГВ можно рассматривать тесные двойные звездные системы с периодами в единицы и десятки минут.

В настоящее время для интерпретации обнаруженной периодичности в изменении потока (см. рис.5) не предложено никаких закономерных механизмов, кроме ОМПР, связанного с периодическим гравитационно-волновым воздействием на мазер. И хотя уверенная интерпретация требует дополнительных и более точных измерений, полученные результаты можно использовать для получения предварительных оценок. Для определения величины параметра Раби в наших измерениях необходимо рассчитать величину электрической напряженности на границе мазера. С учетом технических характеристик антенны получим, что потоки излучения, приведенные в Табл.1, равны $1,21 \cdot 10^{-18}$ Вт/м² и $2,06 \cdot 10^{-18}$ Вт/м² соответственно. Учитывая расстояние до источника, полагая его радиус 10^{13} м и используя выражение для потока излучения $S = \epsilon_0 c E^2$, получим, что напряженность на границе мазера $E \sim 10^{-2}$ В/м. Частотное условие (П10) требует соответствия $\alpha_I = 2D$, где $\alpha_I = \mu E / \hbar$ – частота (параметр) Раби, μ – индуцированный дипольный момент, $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34}$ Дж·с – постоянная Планка, E – напряженность электрического поля радиосигнала, D – частота гравитационной волны, действующей на источник. В соответствии с формулой (1) величина $v_j = 2D$, т.е. $T_{GW} = 2T_j$, где T_{GW} – период гравитационной волны. Используя значения T_j , приведенные в Табл.1, получим, что эффективный индуцированный момент, обеспечивающий условие (П10) для нашего случая, должен быть существенно меньше собственного дипольного момента молекулы воды и иметь порядок 10^{-35} Кл·м. Это качественно соответствует тому известному обстоятельству, что переход в молекуле H₂O, на котором происходит генерация в рассматриваемом космическом мазере, является вращательным.

Значением периода T_{GW} следует воспользоваться для поиска соответствующей тесной двойной системы (или нескольких систем), а затем убедиться, что геометрическое расположение двойной позволяет ей оказывать воздействие на рассматриваемый источник. Двойные системы с интересующим нас значением периода, соответствующим периоду нестационарной компоненты излучения источника Сер А, известные в настоящее время, это двойные пульсары XTE J1807-294 с периодом 40,1 минут [16], XTE J1751-305 с периодом 42, 4 минут [17] и XTE J0929-314 с периодом 44 минуты [17], а также двойная V429 Car (Киль) 10:41:17.5-59:40:37, которая, по последним данным «Гиппарха» [18], обладает периодом 44,64 мин. Последние два объекта, хотя и имеют период, более близкий к измеренному значению, не удовлетворяют геометрическим требованиям, которые состоят в следующем. Если считать, что Земля и источник ГВ расположены на концах диаметра, то мазер должен располагаться поблизости от построенной на нем окружности. При этом, если удаление источника ГВ от ма-

зера и от Земли примерно одинаково и существенно превышает расстояние между мазером и Землей, то направление на него с Земли должно не слишком отличаться от перпендикуляра к линии, соединяющей мазер и Землю. Первые две указанные двойные системы примерно удовлетворяют геометрическим требованиям, но имеют несколько меньшие периоды. Таким образом, известные в настоящее время двойные системы могут быть причиной появления обнаруженной периодической компоненты сигнала мазера Сер А, если при предстоящих более точных измерениях окажется, что ее период на одну-две минуты меньше. В противном случае необходим поиск новых двойных систем.

Величину $I_{id}^{(j)}$ следует сопоставлять с потоком, исходящим с внешней границы пятна, входящего в состав конденсации, для которого выполняется амплитудное условие ОМПР. Следует отметить, что при наличии участка ОМПР в глубине более мощного пятна изменение сигнала, связанное с ОМПР, будет незаметно, т.к. поток с внешней границы этого пятна может существенно превосходить поток с границы участка ОМПР, включая соответствующий интервал изменения потока, связанного с ОМПР. Это означает, что для наблюдения эффекта существенную роль может играть наличие в конденсации деталей с разными значениями средних потоков, так что для некоторых из них условия ОМПР могут выполняться.

4. Заключение

Основным результатом проведенной обработки полученных сигналов является впервые обнаруженное наличие периодических составляющих в компонентах спектров излучения космических мазеров. Поскольку никакого механизма, кроме ОМПР, для объяснения периодического характера изменения интенсивности отдельной детали спектра к настоящему времени не предложено, можно допустить, что обнаруженное явление вызвано воздействием на космический мазер периодических источников ГВ, таких как тесные двойные звездные системы. Следует отметить, что используемая методика не позволяет обнаружить периодические компоненты флуктуаций с периодами меньшими, чем удвоенное время экспозиции. Поэтому следующий этап наблюдений предполагает модернизацию установки, сокращающую время экспозиции до 30 секунд, что не только повысит точность измерений в среднем на порядок, но позволит надеяться на вовлечение в наблюдения таких источников ГВ, как пульсары (с большими периодами), частоты которых известны с высокой точностью. Полученные данные позволяют предположить, что радиоисточник (космический мазер) Сер А находится под воздействием гравитационного излучения со стороны тесной двойной системы, однако точно указать ее будет возможно после дальнейших исследований.

Приложение

Двухуровневый атом в сильном резонансном поле – модель, хорошо изученная в теоретической спектроскопии и вполне пригодная для описания

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \rho_{22} &= -\gamma \rho_{22} + 2i\alpha_1 \cos(\Omega_1 t - k_1 y) (\rho_{21} - \rho_{12}), \\ \left[\frac{\partial}{\partial t} + v \frac{\partial}{\partial y} \right] \rho_{12} &= -(\gamma_{12} + i\omega) \rho_{12} - 2i\alpha_1 \cos(\Omega_1 t - k_1 y) (\rho_{22} - \rho_{11}), \\ \rho_{22} + \rho_{11} &= 1, \end{aligned} \quad (\text{П1})$$

где ρ_{22} , ρ_{11} – населенности, ρ_{12} , ρ_{21} – поляризационные члены, γ , γ_{12} – продольная и поперечная постоянные распады, $\gamma \ll \alpha_1 = \mu E / \hbar$ – параметр (частота) Раби (μ – дипольный момент, E – напряженность), ω – частота перехода, Ω – резонансная частота излучения, v – скорость атома, k_1 – волновой вектор ЭМВ. Если космический мазер находится в поле периодической ГВ, создаваемой, например, тесной двойной системой или пульсаром, то воздействие источника

$$g^{ik} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 + h \cos \frac{D}{c} (x^0 - x^1) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 - h \cos \frac{D}{c} (x^0 - x^1) \end{pmatrix}, \quad (\text{П3})$$

где g^{ik} – метрический тензор, и приводит к фазовой модуляции. При малой амплитуде ГВ h полученную

$$\begin{aligned} E(t) &= E \cos(\Omega t - ky) + E \frac{\omega}{4D} h [\cos((\Omega - D)t - ky) - \cos((\Omega + D)t - ky)], \\ \alpha_2 &= \frac{\omega h}{4D} \alpha_1. \end{aligned} \quad (\text{П4})$$

Положение атома в системе, связанной с Землей (фактор в)), рассчитывается с помощью уравнения геодезической

$$\frac{d^2 x^i}{ds^2} + \Gamma^i_{kl} \frac{dx^k}{ds} \frac{dx^l}{ds} = 0, \quad (\text{П5})$$

в результате чего его скорость оказывается периодически зависящей от времени

$$v = v_0 + v_1 \cos Dt; v_1 = hc, \quad (\text{П6})$$

где c – скорость света. Фактор а) пренебрежимо мал [8] по сравнению с б) и в).

Подставляя выражения (П4-П5) в уравнения Блоха (П1), можно показать, что в полученной системе возможен параметрический резонанс. Условиями его реализации для реальных астрофизических систем будут следующие.

Амплитудные условия ПР:

$$\frac{\gamma}{\alpha_1} = \Gamma \epsilon; \Gamma = O(1); \epsilon \ll 1 \quad (\text{П7})$$

- космический мазер является насыщенным, для H_2O -мазера $\gamma \sim 10^{-14} \text{c}^{-1}$ (метастабильные состояния);

атома, принадлежащего космическому мазеру и находящегося в его поле. Динамика системы описывается с помощью уравнений Блоха для матрицы плотности

периодических ГВ, имеющих частоту D , на атом мазера может проявиться: а) в воздействии на уровни атома; б) в воздействии на ЭМВ и в) в воздействии на положение атома. Влияние фактора б) рассчитывается путем решения уравнения эйконала

$$g^{ik} \frac{\partial \psi}{\partial x^i} \frac{\partial \psi}{\partial x^k} = 0 \quad (\text{П2})$$

в гравитационном поле

ЭМВ можно представить в виде суммы трех компонент

$$\frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{\omega h}{4D} = a\epsilon; a = O(1); \epsilon \ll 1, \quad (\text{П8})$$

$$\frac{kv_1}{\alpha_1} = \frac{\omega h}{\alpha_1} = \kappa\epsilon; \kappa = O(1); \epsilon \ll 1 \quad (\text{П9})$$

- связь расстояния между пульсаром и мазером, характеристиками пульсара и мазера и отношением частот. Для определения амплитуды ГВ использует-

ся соотношение $h = \frac{GMR^2 D^2 g_e}{c^4 r_s}$.

Частотное условие ПР:

$$(\omega - \Omega_1 + kv_0)^2 + 4\alpha_1^2 = D^2 + O(\epsilon) \Rightarrow D \sim 2\alpha_1. \quad (\text{П10})$$

Решая полученную систему методом асимптотического разложения по малому параметру ϵ , получим, что главный член разложения имеет нулевой порядок, а поток энергии на частоте сигнала ОМПР принимает вид соотношения (1).

Особенностями сигнала ОМПР являются: величина сигнала, не требующая сверхвысокой чувствительности и решения проблемы сигнал/шум; отсутствие ино-

го механизма, приводящего к тому же эффекту на тех же частотах; изменение скорости атома в связи с действием ГВ не выводит систему из ПР; один и тот же источник ГВ может воздействовать на несколько космических мазеров, и один и тот же мазер может подвергаться действию нескольких источников ГВ.

Благодарность

Работа была поддержана грантом РФФИ № 08-02-01179-а.

Литература

1. **Samodurov, V.A.** / V.A. Samodurov and S.V. Logvinenko// Astron. Rep. 2001. – Vol. 45. – p. 339.
2. **Richards, A. M. S.** / A.M.S.Richards [and others]// Astrophysics and Space Science 2005. – Vol. 295. – p. 19.
3. **Samodurov, V. A.** / V.A. Samodurov [and others]// Astron. and Astrophys. Transactions 2006. – Vol. 25, No.5. – p. 393–398.
4. **Самодуров, В.А.** / В.А.Самодуров [и др.] //В сб.: Труды 9 съезда Астрономического общества и междунар. науч. конф. «Астрономия и астрофизика начала XXI века» - М.:ГАИШ, 2008. – с. 75.
5. **Siparov, S.** / S. Siparov// Astronomy & Astrophysics 2004. – Vol. 416. – p. 815
6. **Siparov, S.V.** / Избранные труды междунар. конф. по гравитации и астрофизике - М.,2002. – Т. 8. – с.146.
7. **Siparov, S.V.** / In: Space-time structure - Moscow, 2007. – p. 495.
8. **Siparov, S.** / S.Siparov //Phys.Rev. A 1997. – Vol. 55. – p. 3704.
9. **Kazakov, A.**/A.Kazakov and S.Siparov//Opt. i Spectrosk. 1997. – Vol. 83. – p. 961.
10. **Siparov, S./S.** Siparov//J.Phys. B 1998. – Vol. 31. – p. 415.
11. **Siparov S./** S. Siparov//J. Phys. B 2001. – Vol. 34. – p. 2881-2891.
12. **Бочкарев, Н.Г.** Основы физики межзвездной среды/ Н.Г. Бочкарев - М.:МГУ, 1992.
13. **Зельдович, Я.Б.** Физика межзвездной среды/ Я.Б. Зельдович, И.Д. Новиков – М.:Наука, 1988.
14. **Elitzur, M.**. Astronomical masers/ M.Elitzur - Boston, Kluwer Academic Publishers, 1992.
15. **Cook, A.H.** Celestial masers/ A.H. Cook - London, Cambridge University Press, 1977.
16. **Markwardt, C.B./C.B.** Markwardt, M. Juda, M. & J.H. Swank, J.H.//IAU Circ. 2003. – Vol.2. – p. 8095.
17. **Markwardt, C.B./** C.B. Markwardt//Astrophys.J. 2002. – Vol.576. –p. L137-L140.
18. **Hipparcos №52308/Hipparcos** Variability Annex: Tables. Part2: Unsolved Variables // The Hipparcos and Tycho Catalogues: Astrometric and Photometric Star Catalogues derived from the ESA Hipparcos Space Astrometry Mission: [in 17 Volumes].– Volume: 11th / A Collaboration Between the European Space Agency and the FAST, NDAC, TDAC and INCA Consortia and the Hipparcos Industrial Consortium led by Matra Marconi Space and Alenia Spazio.- European Space Agency, SP 1200.-June 1997.

В редакцию поступила 25.12.2008г.

REVELATION OF A SPACE MASER SIGNAL COMPONENT CHARACTERISTIC FOR THE ACTION OF THE GRAVITATIONAL WAVES EMITTED BY A CLOSE BINARY SYSTEM

Sergey Viktorovich Siparov¹ (Professor of Department of Physics, e-mail: sergey@siparov.ru),

Vladimir Alekseevich Samodurov² (Vice-director in Science, e-mail: sam@prao.ru)

¹ State university of civil aviation, Saint-Petersburg, Russia,

² Radio astronomical observatory of the RAS, Pushchino, Russia

Abstract

According to the theoretical concept, space masers can suffer the action of the periodical gravitational waves emitted by the close binary star systems. When certain conditions are fulfilled, there could take place the optic-metrical parametric resonance – the effect of the zero order in small amplitude of the gravitational wave. It reveals itself through the appearance of the periodic component of the intensity of the space maser signal. In this paper we present the results of the search and discovery of such component in the ultra-rapid fluctuations of the space maser radiation.

Key words: signal processing, space maser, periodic component, gravitational waves.

Citation: Siparov SV, Samodurov VA. Revelation of a space maser signal component characteristic for the action of the gravitational waves emitted by a close binary system. *Computer Optics* 2009; 33(1): 79-85.

Acknowledgements: The work was supported by grant RFFI № 08-02-01179-a.

References

- [1] Samodurov VA, Logvinenko SV. Variations of the H₂O Maser Emission of W51M in 1981-1998. [In Russian]. *Astron Rep* 2001; 45(5): 339-49.
- [2] Richards AMS, Cohen RJ, Crocker M, Lekht EE, Mendoza E, Samodurov VA. Observations of H₂O Masers in Outer Galactic SFR S128N. *Astrophysics and Space Science* 2005; 295: 19-24.
- [3] Samodurov VA, Rudnitskij GM, Tolmachev AM, Subaev IA, Lekht EE, Pashchenko MI, Logvinenko SV. Results of a search for ultrarapid flux fluctuations of galactic watermaser sources at the wavelength 1.35 cm. *Astron and Astrophys Transactions* 2006; 25(5): 393–8.
- [4] Samodurov VA, Siparov SV, Rudnitskii GM, Tolmachev AM, Subaev IA, Logvinenko SV. Results of a search and discovery of ultrarapid flux fluctuations of galactic maser sources at the water line 1.35 cm. [In Russian]. In: Proc.9-th Conf of Astron Soc and Int Conf “Astronomy and Astrophysics in the Begin of XXI cent” Moscow, 2008; 75-6.
- [5] Siparov SV. Two-level atom in the field of the gravitational wave: on the possibility of the parametric resonance. *Astronomy & Astrophysics* 2004; 416: 815-24.
- [6] Siparov SV. Cosmic maser as a remote quantum detector of the gravitational waves. In: Sel. papers of Int. Conf. on Gravitation and Astrophysics Moscow, 2002; 7: 146-51
- [7] Siparov SV. Space-time structure. Ed. by Pavlov DG, Atanasiu Gh, Balan V. Moscow: Russian Hypercomplex Society; 2007.
- [8] Siparov S. Low-frequency external action on a two-level atom in resonant field. *Phys Rev A* 1997; 55: 3704-10.
- [9] Kazakov A, Siparov S. Force acting on an atom at parametric resonance [In Russian]. *Opt i Spectrosk* 1997; 83: 961-9.
- [10] Siparov S. Resonance fluorescence in the two-level system and optic-mechanical parametric resonance. *J Phys B* 1998; 31: 415-26.
- [11] Siparov S. Opto-mechanical parametric resonance in the three-level system. *J Phys B* 2001; 34: 2881-91.
- [12] Bochkarev NG. Foundations of Interstellar Medium Physics [In Russian]. Moscow: MGU; 1992.
- [13] Zel'dovich YaB, Novikov ID. Physics of Interstellar Medium [In Russian]. Moscow: Nauka; 1988.
- [14] Elitzur M. Astronomical masers. Boston: Kluwer Academic Publishers; 1992.
- [15] Cook AH. Celestial masers. London: Cambridge University Press; 1977.
- [16] Markwardt CB, Juda M, Swank JH. *IAU Circ* 2003; 2: 8095.
- [17] Galloway DK, Chakrabarty D, Morgan EH, Remillard RA. Discovery of a High-Latitude Accreting Millisecond Pulsar in an Ultracompact Binary. *Astrophys J* 2002; 576: L137-40.
- [18] Hipparcos №52308. Astrometric and Photometric Star Catalogues derived from the ESA Hipparcos Space Astrometry Mission. European Space Agency, SP 1200 1997; 11.