

# ИССЛЕДОВАНИЕ БЫСТРОЙ ПЕРЕМЕННОСТИ МАЗЕРНЫХ ИСТОЧНИКОВ В ЛИНИИ ВОДЯНОГО ПАРА

Е. А. Попова<sup>1</sup>, А. М. Соболев<sup>1</sup>, А. П. Цивилев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Уральский федеральный университет, <sup>2</sup>Пушчинская  
радиоастрономическая обсерватория АКЦ ФИАН

В работе были визуально проанализированы спектры 25 мазерных источников, наблюдаемые на частоте 22 235.08 МГц в сентябре 2016 г. Изменения надежно обнаружены в W3OH, W51E8, W49N. Все три объекта имеют много компонент линии и высокую яркость. Для поиска переменности в таких источниках на примере W49N использовалась следующая методика: сначала осуществлялась нормировка спектра, затем с помощью индексов, которые отражают возможность наличия изменения, были найдены каналы (соответствующие лучевым скоростям) — кандидаты на переменность, после чего для этих каналов была построена зависимость, отражающая изменение потока со временем. Таким образом мы увидели переменность для скоростей 57.75, 13.56 и  $-47.25$  км/с за время около 150 ч.

## STUDY OF SHORT-TERM VARIABILITY OF MASERS IN WATER-VAPOR LINE

Е. А. Popova<sup>1</sup>, А. М. Sobolev<sup>1</sup>, А. P. Tsivilev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ural Federal University, <sup>2</sup>Pushchino Radio Astronomy Observatory  
ASC LPI RAS

Sample of 25 masers observed at frequency 22 235.08 MHz (water-vapor line) in September, 2016, were studied visually. Changes were found in W3OH, W51E8, W49N. All the three objects have many spectral line components and high brightness. The following procedure was used to find the variability in such sources using W49N example: first the spectra was normalized, then special indicator indices were used to find spectral channels (radial velocities, respectively) with possible variations, after that we plotted time-series of normalised flux for selected velocity channels. So we saw variability of the velocities of 57.75, 13.56 and  $-47.25$  km/s within the time period of about 150 hours.

Проанализированы данные наблюдений, полученные при участии автора в сентябре 2016 г. на радиотелескопе РТ-22 Пущинской радиоастрономической обсерватории. Линия водяного пара (соответствует переходу с частотой 22 235.08 МГц) исследована в 25 мазерных источниках визуально, изменения (на временных масштабах порядка дней) надежно обнаружены в трех из них: W3OH, W51E8, W49N. Для источников с несколькими компонентами линии, поток излучения от которых высокий, проведен анализ с использованием индексов — индикаторов изменений в каналах.

Спектры были нормированы: значение в каждом канале разделено на суммарное по всем каналам. При поиске меняющихся деталей учитывался факт, что отклонения интенсивности в каналах, вызванные шумом, происходят с одинаковой амплитудой в сторону увеличения или уменьшения относительно среднего значения в канале за весь интервал наблюдения. А изменение, вызванное природой объекта, на этот шум наложится. Тогда отклонение от среднего значения в канале возрастет в меньшую либо в большую сторону (при условии, что происходило оно в течение времени, меньшего, чем половина всего времени наблюдения).

Поиск каналов с такими изменениями осуществлялся с помощью индекса:  $I_1 = F_{mean} - \frac{F_{max} + F_{min}}{2}$ , где  $F_{mean}$  — значение в исследуемом канале, усредненное по всем спектрам источника за интервал наблюдения;  $F_{max}$  и  $F_{min}$  — соответственно максимальное и минимальное значения в канале из всех спектров.  $I_1$  примет значение, близкое к нулю, если переменности нет или увеличение и уменьшение интенсивности скомпенсировано на интервале наблюдения. В случае наличия изменений компонент линии также ожидается отличие разброса значений в канале от шума (который считаем пуассоновским, т. е. пропорциональным сигналу). Ищется с использованием второго индекса:  $I_2 = \frac{F_{max} - F_{min}}{\sqrt{F_{mean}}}$ . Необходимо отметить, что использование его для слабых источников затруднено: рост индекса вызывается как возможным изменением, так и близким к нулю средним значением. Для анализа данных были использованы два индекса и выбраны каналы — кандидаты на изменение. Для этих каналов построены временные ряды, которые дают возможность увидеть переменность в линии.

Для источника W49N выявлены изменения компонент на скоростях 57.75 и  $-47.25$  км/с (рост яркости на  $48 \pm 5$  и  $32 \pm 5$  % соответственно), 13.56 км/с (уменьшение яркости на  $22 \pm 5$  %) на протяжении 150 ч.