



ISSN 1607–2855

Том 9 • № 1 • 2013 С. 85 – 92

УДК 524.7

## Переменность внегалактических источников DA55, СТА 102, ЗС 120 и OJ 287 в диапазоне сантиметровых волн

А.Л. Сухарев<sup>1</sup>, М.И. Рябов<sup>1</sup>, А.И. Донских<sup>2</sup>, М. Аллер<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Одесская обсерватория Радиоастрономического института НАН Украины

<sup>2</sup>Кафедра астрономии физического факультета Одесского национального университета им. И.И.Мечникова

<sup>3</sup>Радиоастрономическая обсерватория Мичиганского университета

*По данным длительного мониторинга на 3-х частотах радиодиапазона (4.8, 8 и 14.5 ГГц), полученным в обсерватории Мичиганского университета, исследовались внегалактические радиоисточники ЗС 120, СТА 102, DA 55 и OJ 287. К данным применялись методы Фурье и вейвлет-анализа, которые выявили изменения гармонических компонент сигналов со временем. Были выявлены долгопериодические (трендовые) и короткопериодические компоненты для каждого источника на всех исследуемых частотах. По данным VLBI исследовалось перемещение ярких компонент в джете.*

*ЗМІННІСТЬ ПОЗАГАЛАКТИЧНИХ ДЖЕРЕЛ DA55, СТА 102, ЗС 120 І OJ 287 В ДІАПАЗОНІ САНТИМЕТРОВИХ ХВИЛЬ, Сухарев А.Л., Рябов М.І., Донских А.І., Аллер М. — За даними тривалого моніторингу на 3-х частотах діапазону радіочастот (4.8, 8 і 14.5 ГГц), отриманими в обсерваторії Мичиганського університету, досліджувалися позагалактичні радіоджерела ЗС 120, СТА 102, DA 55 і OJ 287. До даних застосовувалися методи Фур'є і вейвлет-аналізу, які виявили зміни гармонійних компонент сигналів з часом. Були виявлені довгоперіодичні (трендові) і короткоперіодичні компоненти для кожного джерела на всіх досліджуваних частотах. За даними VLBI досліджувалося переміщення яскравих компонент у джеті.*

*VARIABILITY FLUX OF EXTRAGALACTIC SOURCES DA55, STA 102, ZC 120 AND OJ 287 IN MICROWAVE RANGE, by Suharev A.L., Ryabov M.I., Donskikh A.I., Aller M. — According to the long-term monitoring on 3 radio band frequencies (4.8, 8 and 14.5 GHz) obtained at the Observatory of the University of Michigan, studied extragalactic radio sources ZC 120, STA 102, DA 55, and OJ 287. According to apply Fourier methods and wavelet analysis, which revealed a change of harmonic signal components over time. Identified long-period (trend) and short-period components for each source at all frequencies studied. According to the VLBI studied the movement of bright component in the jet.*

**Ключевые слова:** внегалактические радиоисточники; физические свойства.

**Key words:** extragalactic radio sources; physical properties.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

В работе проведен анализ изменений потоков ряда внегалактических радиоисточников в результате проведения многолетнего мониторинга их потоков на радиотелескопе РТ-26 радиообсерватории Мичиганского университета на частотах 14.5, 8 и 4.8 ГГц [10]. В числе исследуемых радиоисточников радиогалактика ЗС120, квазары СТА 102 и DA 55, блазар OJ 287. Регулярность проведения их наблюдений на временном интервале от 45 до 12 лет позволяет применить к обработке данных наблюдений вейвлет анализ способный выявить основные периоды изменений плотности потоков и время их существования на различных фазах активности. Это существенно дополняет данные VLBI наблюдений, которые дают одномоментную статическую картину изображения основных компонент. Такой многосторонний подход позволяет детально рассмотреть пространственные и временные изменения в системе: «аккреционный диск–ядро–джет» [6].

### 2. МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

На основе проведенных ежесуточных наблюдений потоков радиоисточников определены средние значения за 7 суток с неравномерной сеткой отсчетов. По гистограмме распределения временных интервалов между отсчетами был выбран интервал интерполяции в 0.02 года (7,3 дня). С применением полиномиального скользящего среднего (полуширина интервала 5 точек) было достигнуто уменьшение шумов и удалены случайные выбросы [1]. С помощью тригонометрической интерполяции данные были приведены к равномерному шагу по времени. Характерной особенностью всех исследуемых источников является наличие долговременных трендовых изменений потока на фоне которых проявляются короткопериодические составляющие. Для выделения короткопериодических составляющих сигналов, которые были незаметны на фоне основного периода, была проведена Фурье-фильтрация с исключением трендовой составляющей (данные «О–С») [2].

### 3. WAVELET-АНАЛИЗ

Двухпараметрическая анализирующая функция одномерного вейвлет-преобразования, хорошо локализована и во времени, и по частоте. Это отличает ее от обычно применяемого преобразования Фурье, анализирующая функция которого покрывает всю временную ось. Таким образом, удаётся увидеть детальную структуру процесса и эволюцию гармонических компонент сигнала во времени [3]. В работе использовалось непрерывное вейвлет-преобразование на основе функции Морле. На вейвлет-спектрах гармонические компоненты сигнала видны в виде ярких пятен, вытягивающихся в полосы вдоль оси времени. В работе применен полномасштабный вейвлет анализ для данных радиоастрономических наблюдений [4–5].

### 4. ИССЛЕДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

**Квazar STA102.** Основные характеристики:  $z \sim 1.037$ , расстояние до объекта  $\sim 6942$  Мпк. Для источника STA 102 данные получены на частотах 4.8, 8 и 14.5 ГГц для 12-летнего периода наблюдений (1999–2011). График плотности потока на трёх частотах для общего периода наблюдений представлен на рис. 1 [6].

**СТА 102 (Трендовые компоненты).** Вид непрерывного вейвлет-спектра трендовой составляющей для этого источника на частоте 14.5 ГГц показан на рис. 2. Результаты анализа трендовой составляющей на частотах 14.5, 8 и 4.8 ГГц представлены в табл. 1–3.

У источника STA 102 для трендовой составляющей на частотах 14.5, 8 и 4.8 ГГц преобладают близкие периоды 3.5–3.0 и 1.7–1.8 года с почти совпадающими годами максимумов. Основная фаза активности у источника STA 102 для трендовой составляющей на частоте 14.5 ГГц отмечалась в 2006 году.

**СТА 102 (Частота 14.5 ГГц. Короткопериодические компоненты «О–С»).** Общий вид непрерывного вейвлет-спектра «О–С» для частоты 14.5 ГГц показан на рис. 3. Результаты анализа вейвлет-спектров на всех частотах представлены в табл. 4–6.

Основные короткопериодические составляющие на всех частотах находятся в интервале 0.4–0.9 года, но время их существования, продолжительности и максимума заметно различаются.

**Квazar DA55.** Основные характеристики:  $z \sim 0.859$ , расстояние до объекта  $\sim 5489$  Мпк. Для источника DA55 использованы данные наблюдений на частотах 4.8, 8 и 14.5 ГГц для 12-летнего периода наблюдений (1999–2011). График плотности потока на трёх частотах для общего периода наблюдений представлен на рис. 4 [7]. Особенностью изменения потока данного источника на всех частотах является то, что он содержит продолжительный тренд сопоставимый с продолжительностью наблюдений. Основным объектом анализа стало изучение «О–С» данных. Результаты анализа вейвлет-спектра представлены в табл. 7–9.

На всех исследуемых частотах присутствует период в 2.3 года с максимумом активности в 2007.95 года и временем существования на всем периоде наблюдения. Последовательности периодов на остальных частотах (в интервале от 0.5 до 2 лет), время их максимумов и продолжительность заметно различаются.

**Радиогалактика 3C 120.** Основные характеристики:  $z \sim 0.033$ , расстояние до объекта  $\sim 142$  Мпк. Наблюдения проводились на частоте 14.5 ГГц 33 года (1978–2011), 8 ГГц — 45 лет (1966–2011) и 4.8 ГГц — 29 лет (1980–2009). График плотности потока на трёх частотах для общего периода наблюдений представлен на рис. 5 [4]. Данный радиоисточник наблюдался наиболее продолжительное время на всех частотах.

**Трендовые компоненты** Переменности потока на частотах 14.5 и 4.8 ГГц свойственно наличие совпадающих периодов в 10.9 и 4.4 года, но с отличающимися временами максимума. Для данных на частоте 8 ГГц свойственно наличие заметно большего числа периодов в интервале от 1.3 до 8 лет. На данной частоте во временном интервале наблюдений с 1966 по 1976 гг., источник 3C 120 демонстрировал аномальную активность. Эта активность определяла динамику развития источника. Причем здесь время максимума приходится на значительно более активный период, когда на других частотах наблюдения еще не велись.

#### **3C120 — Короткопериодические компоненты — «О–С»**

Данные короткопериодических флуктуаций потоков на каждой частоте характеризуются своим набором основных периодов и времени их максимума. Это свидетельствует о существенных динамических процессах в этом источнике обладающего протяженным и заметно меняющимся со временем джета.

#### **Радиоисточник OJ287.**

Относится к блазарам, которые являются быстропеременными во всех диапазонах электромагнитного спектра. Основные характеристики:  $z \sim 0.306$ , расстояние до объекта  $\sim 1576$  Мпк. Использовались данные 30-летних наблюдений (1979–2010) на частотах 4.8, 8 и 14.5 ГГц. График плотности потока на трёх частотах для общего периода наблюдений представлен на рис. 6 [8].

Для источника OJ 287 на всех частотах присутствует трендовая составляющая, хорошо описываемая полиномом 6-й степени. Поэтому существует основной период сравнимый с длиной наблюдений. Ввиду

**Таблица 1.** Основные периоды активности источника СТА 102 на частоте 14.5 ГГц (тренд)

| Период (годы) | Начало периода | Конец периода | Продолжительность (годы) | Максимальная интенсивность | Год макс. интенсивности |
|---------------|----------------|---------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 3,1           | 1999           | 2011          | 13                       | 12,62                      | 2005,97                 |
| 1,7           | 2007           | 2011          | 5                        | 6,99                       | 2007,97                 |

**Таблица 2.** Основные периоды активности источника СТА 102 на частоте 8 ГГц (тренд)

| Период (годы) | Начало периода | Конец периода | Продолжительность (годы) | Максимальная интенсивность | Год макс. интенсивности |
|---------------|----------------|---------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 3,0           | 1999           | 2009          | 11                       | 6,5                        | 2005,93                 |
| 1,8           | 2003           | 2011          | 9                        | 3,63                       | 2008,91                 |

**Таблица 3.** Основные периоды активности источника СТА 102 на частоте 4.8 ГГц (тренд)

| Период (годы) | Начало периода | Конец периода | Продолжительность (годы) | Максимальная интенсивность | Год макс. интенсивности |
|---------------|----------------|---------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 3,5           | 2004           | 2011          | 8                        | 2,48                       | 2006,95                 |
| 1,7           | 1999           | 2011          | 13                       | 1,13                       | 2007,98                 |

**Таблица 4.** Основные периоды активности источника СТА 102 на частоте 14.5 ГГц (О-С)

| Период (годы) | Начало периода | Конец периода | Продолжительность (годы) | Максимальная интенсивность | Год макс. интенсивности |
|---------------|----------------|---------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 0,8           | 1999           | 2000          | 2                        | 1,92                       | 2005,97                 |
|               | 2004           | 2010          | 7                        |                            |                         |
| 0,4           | 2005           | 2008          | 4                        | 1,42                       | 2006,32                 |
|               | 2010           |               | 1                        |                            |                         |

**Таблица 5.** Основные периоды активности источника СТА 102 на частоте 8 ГГц (О-С)

| Период (годы) | Начало периода | Конец периода | Продолжительность (годы) | Максимальная интенсивность | Год макс. интенсивности |
|---------------|----------------|---------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 0,9           | 2000           | 2003          | 4                        | 0,86                       | 2008,97                 |
|               | 2007           | 2008          | 2                        |                            |                         |
| 0,5           | 2000           | 2001          | 2                        | 0,47                       | 2005,03                 |
|               | 2005           |               | 1                        |                            |                         |

**Таблица 6.** Основные периоды активности источника СТА 102 на частоте 4.8 ГГц (О-С)

| Период (годы) | Начало периода | Конец периода | Продолжительность (годы) | Максимальная интенсивность | Год макс. интенсивности |
|---------------|----------------|---------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 0,9           | 2002           |               | 1                        | 0,66                       | 2002,02                 |
|               | 2005           | 2006          | 2                        |                            |                         |
|               | 2010           |               | 1                        |                            |                         |
| 0,7           | 1999           | 2000          | 2                        | 1,26                       | 2000,49                 |
|               | 2008,95        | 2009          | 1,05                     |                            |                         |

**Таблица 7.** Основные периоды активности источника DA55 на частоте 14.5 ГГц

| Период (годы) | Начало периода | Конец периода | Продолжительность (годы) | Максимальная интенсивность | Год макс. интенсивности |
|---------------|----------------|---------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 2,3           | 2001           | 2010          | 10                       | 7,03                       | 2007,97                 |
| 0,8           | 2003           | 2006          | 4                        | 0,78                       | 2008,84                 |
| 0,5           | 2001           | 2003          | 2                        | 1,83                       | 2008,98                 |
|               | 2007           | 2009          | 3                        |                            |                         |

**Таблица 8.** Основные периоды активности источника DA55 на частоте 8 ГГц

| Период (годы) | Начало периода | Конец периода | Продолжительность (годы) | Максимальная интенсивность | Год макс. интенсивности |
|---------------|----------------|---------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 2,3           | 1999           | 2010          | 12                       | 4,53                       | 2007,95                 |
| 1,4           | 2005           | 2010          | 6                        | 1,63                       | 2006,22                 |
| 1,0           | 2002           | 2006          | 5                        | 1,52                       | 2003,77                 |

**Таблица 9.** Основные периоды активности источника DA55 на частоте 4.8 ГГц

| Период (годы) | Начало периода | Конец периода | Продолжительность (годы) | Максимальная интенсивность | Год макс. интенсивности |
|---------------|----------------|---------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 2,3           | 1999           | 2007          | 8                        | 3,3                        | 2007,95                 |
| 2,0           | 1999           | 2010          | 12                       | 2,305                      | 2007,95                 |
| 1,2           | 1999           | 2007          | 8                        | 2,37                       | 2004,97                 |
| 0,6           | 1999           |               | 1                        | 1,506                      | 2003,42                 |
|               | 2003           | 2007          | 5                        |                            |                         |

**Таблица 10.** Основные периоды активности источника ЗС 120 на частоте 14.5 ГГц (тренд)

| Период (годы) | Начало периода | Конец периода | Продолжительность (годы) | Максимальная интенсивность | Год макс. интенсивности |
|---------------|----------------|---------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 10,9          | 1977           | 2010          | 34                       | 156,4                      | 1992,96                 |
| 4,4           | 1982           | 2010          | 29                       | 149,7                      | 1989,92                 |

**Таблица 11.** Основные периоды активности источника ЗС 120 на частоте 8 ГГц (тренд)

| Период (годы) | Начало периода | Конец периода | Продолжительность (годы) | Максимальная интенсивность | Год макс. интенсивности |
|---------------|----------------|---------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 8,0           | 1975           | 2009          | 35                       | 480,99                     | 1975,09                 |
| 4,4           | 1967           | 2009          | 43                       | 623,26                     | 1970,93                 |
| 2,3           | 1968           | 1976          | 9                        | 277,69                     | 1973,87                 |
| 1,3           | 1970           | 1975          | 6                        | 110,7                      | 1973,87                 |

**Таблица 12.** Основные периоды активности источника ЗС 120 на частоте 4.8 ГГц (тренд)

| Период (годы) | Начало периода | Конец периода | Продолжительность (годы) | Максимальная интенсивность | Год макс. интенсивности |
|---------------|----------------|---------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 10,9          | 1980           | 2009          | 30                       | 258,8                      | 1996,84                 |
| 4,4           | 1980           | 2009          | 30                       | 134,42                     | 1987,96                 |

**Таблица 13.** Основные периоды активности источника ЗС 120 на частоте 14.5 ГГц (О–С)

| Период (годы) | Начало периода | Конец периода | Продолжительность (годы) | Максимальная интенсивность | Год макс. интенсивности |
|---------------|----------------|---------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1,6           | 1980           | 1983          | 4                        | 3,79                       | 1997,89                 |
|               | 1990           | 2000          | 11                       |                            |                         |
| 0,7           | 1978           | 1984          | 7                        | 2,12                       | 1997,89                 |
|               | 1996           | 2000          | 5                        |                            |                         |
|               | 2007           | 2009          | 3                        |                            |                         |

**Таблица 14.** Основные периоды активности источника ЗС 120 на частоте 8 ГГц (О–С)

| Период (годы) | Начало периода | Конец периода | Продолжительность (годы) | Максимальная интенсивность | Год макс. интенсивности |
|---------------|----------------|---------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 3,4           | 2000           | 2009          | 10                       | 4,54                       | 2006,97                 |
| 3,1           | 1976           | 1978          | 3                        | 3,04                       | 1977,92                 |
| 1,7           | 1976           | 1982          | 7                        |                            |                         |
|               | 1988           | 1993          | 6                        | 3,96                       | 1980,01                 |
|               | 1995           | 1999          | 5                        |                            |                         |
|               | 2007           | 2009          | 3                        |                            |                         |

**Таблица 15.** Основные периоды активности источника ЗС 120 на частоте 4.8 ГГц (О–С)

| Период (годы) | Начало периода | Конец периода | Продолжительность (годы) | Максимальная интенсивность | Год макс. интенсивности |
|---------------|----------------|---------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 3,4           | 1987           | 2009          | 23                       | 1,82                       | 1987,03                 |
| 3,0           | 1980           | 1985          | 6                        | 2,28                       | 1982,93                 |
| 2,7           | 1986           | 1989          | 4                        | 1,98                       | 1986,09                 |
|               | 1992           | 1994          | 3                        |                            |                         |
| 2,4           | 1990           | 1991          | 2                        | 1,37                       | 1990,77                 |
|               | 2007           | 2009          | 3                        |                            |                         |
| 1,9           | 1999           | 2002          | 4                        | 1,53                       | 2000,71                 |

**Таблица 16.** Основные периоды активности источника ОJ287 на частоте 14.5 ГГц

| Период (годы) | Начало периода | Конец периода | Продолжительность (годы) | Максимальная интенсивность | Год макс. интенсивности |
|---------------|----------------|---------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 13,6          | 1974           | 2010          | 37                       | 134,68                     | 1997,96                 |
| 7,0           | 1999           | 2010          | 12                       | 124,1                      | 2006,92                 |
| 1,8           | 1977           | 1984          | 8                        | 130,8                      | 1982,52                 |
|               | 2004           | 2010          | 7                        |                            |                         |
| 1,2           | 1982           | 1988          | 7                        | 193,26                     | 1985,48                 |

**Таблица 17.** Основные периоды активности источника ОJ287 на частоте 8 ГГц

| Период (годы) | Начало периода | Конец периода | Продолжительность (годы) | Максимальная интенсивность | Год макс. интенсивности |
|---------------|----------------|---------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 13,6          | 1971           | 2010          | 40                       | 192,73                     | 1991,91                 |
| 8,7           | 1971           | 2007          | 37                       | 176,1                      | 1980,91                 |
| 4,4           | 1971           | 1993          | 23                       | 175,6                      | 1975,91                 |
| 1,8           | 1979           | 1984          | 6                        | 94,4                       | 1982,91                 |
| 1,2           | 1982           | 1988          | 7                        | 131,03                     | 1985,61                 |

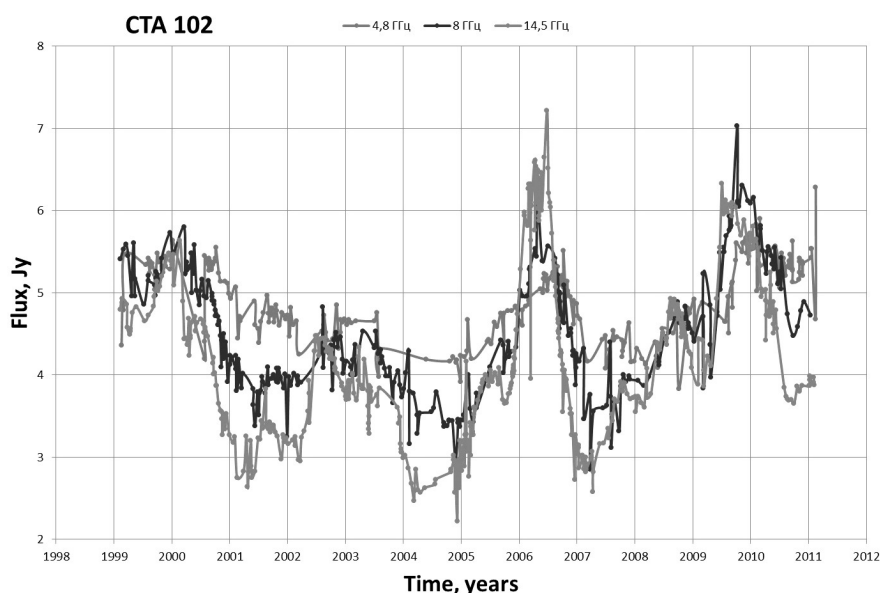
**Таблица 18.** Основные периоды активности источника OJ287 на частоте 4.8 ГГц

| Период (годы) | Начало периода | Конец периода | Продолжительность (годы) | Максимальная интенсивность | Год макс. интенсивности |
|---------------|----------------|---------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 10,9          | 1979           | 2010          | 32                       | 186,65                     | 1999,92                 |
| 3,6           | 1979           | 1991          | 13                       | 210,86                     | 1984,8                  |
|               | 2005           | 2010          | 6                        |                            |                         |
| 1,8           | 1980           | 1984          | 5                        | 80,05                      | 1983,36                 |
| 1,2           | 1983           | 1988          | 6                        | 129,02                     | 1985,92                 |

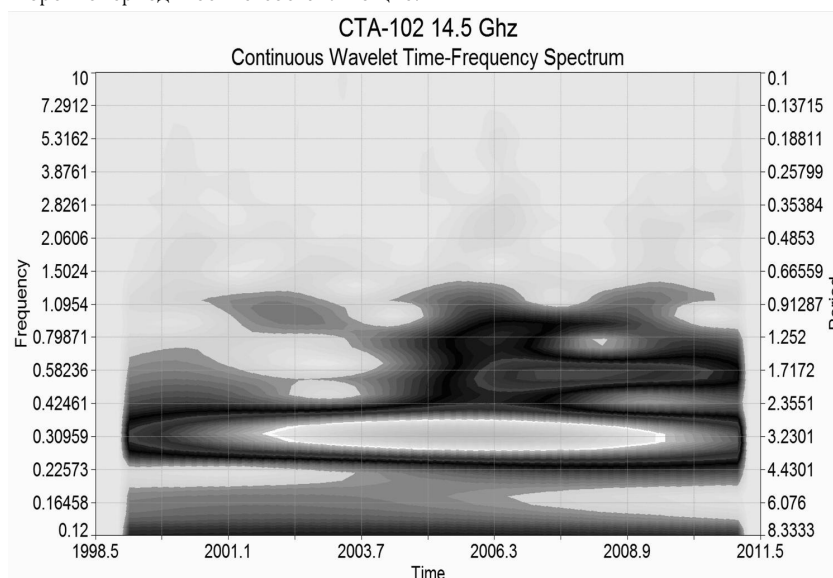
ограниченности временных рядов этот период нельзя считать достоверным. Возможно, при наличии более длительных рядов наблюдений данный период может подтвердиться. Для получения возможности анализировать более короткие компоненты рядов все полиномы 6-й степени были вычтены.

**Короткопериодические компоненты («О-С» данные)** Наиболее короткие активные периоды в 1.8 и 1.2 года с совпадающими эпохами максимумов присутствуют на всех трех частотах. Наиболее продолжительный период в 13.6 лет является ведущим на частотах 14.5 и 8 ГГц.

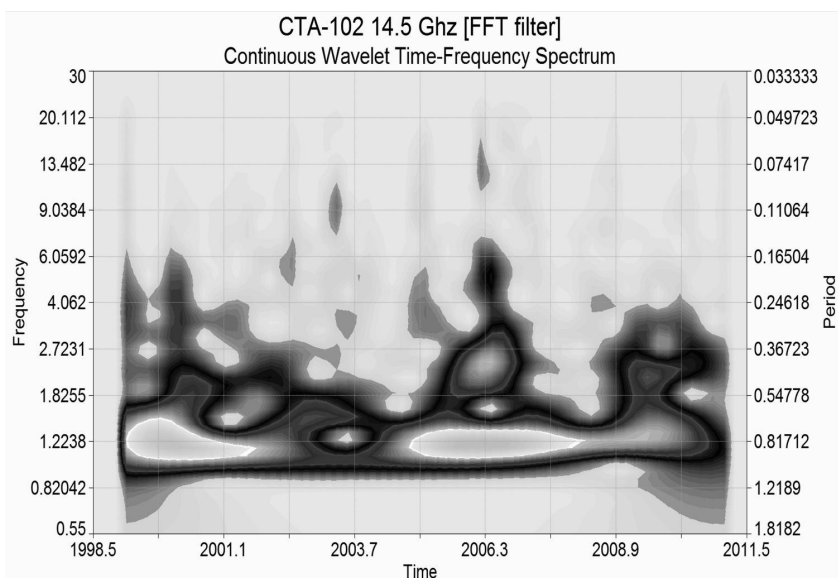
**Пространственное распределение узлов яркости в джете.** При сопоставлении данных VLBI о наличии ярких компонент в джете отмечается наличие пространственных периодических структур, постепенно удаляющихся компонент и компонент эпизодически возникающих на одних и тех же расстояниях



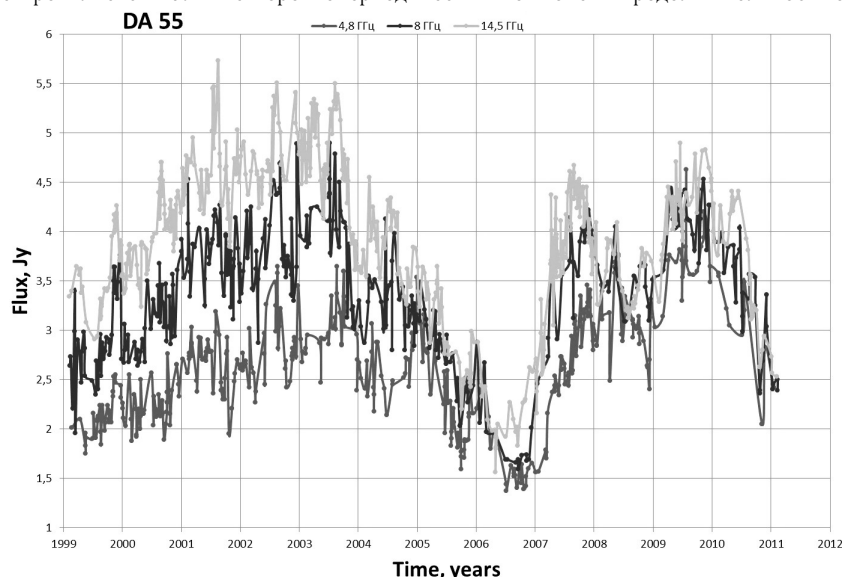
**Рис. 1.** График изменения потоков радиоизлучения на частотах 14.5, 8, 4.8 ГГц, для квазара СТА 102. На графике видны трендовые и короткопериодические составляющие.



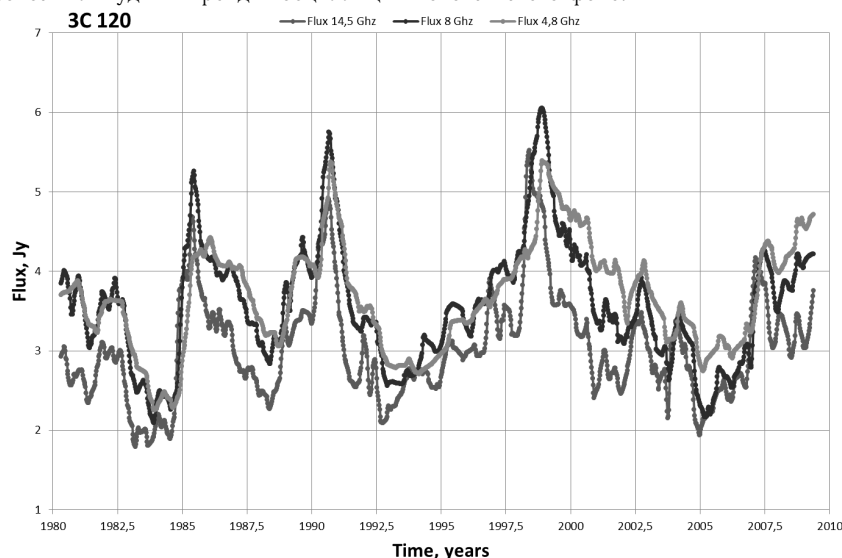
**Рис. 2.** Непрерывный вейвлет-спектр трендовой составляющей, для источника СТА 102, на частоте 14.5 ГГц. На данном рисунке проявляется наличие компонент продолжительностью 1.7 и 3 года.



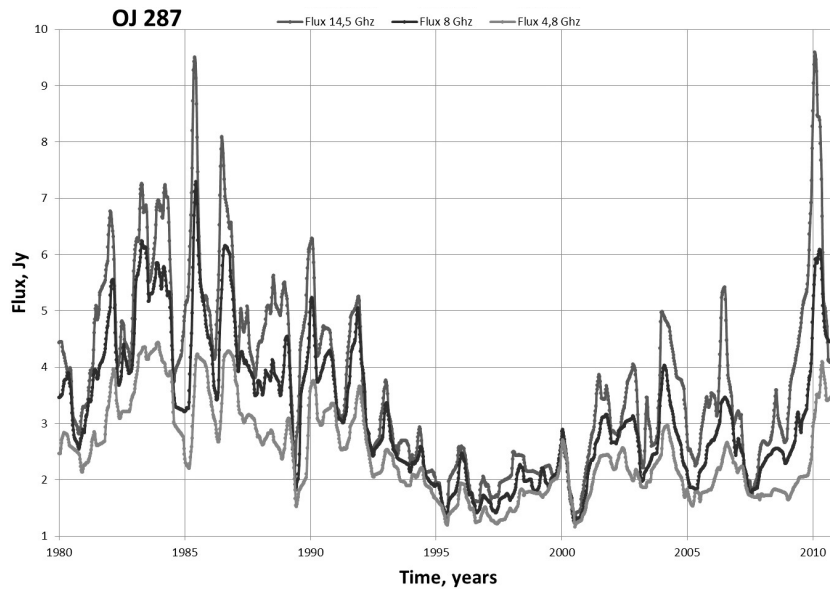
**Рис. 3.** Непрерывный вейвлет-спектр отфильтрованного ряда О-С, для источника СТА 102, на частоте 14.5 ГГц. На данном рисунке проявляется наличие короткопериодических компонент продолжительностью 0.4 и 0.8 года.



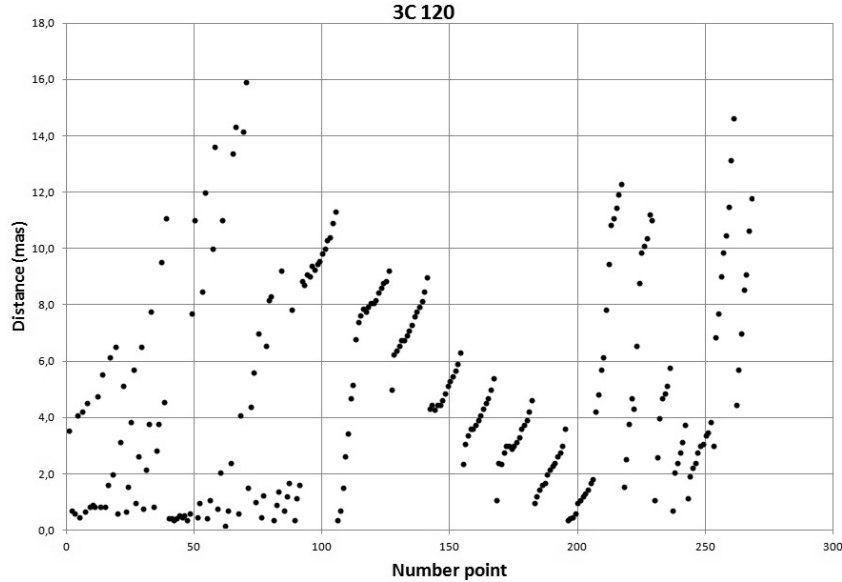
**Рис. 4.** График изменения потоков радиоизлучения на частотах 14.5, 8, 4.8 ГГц, для квазара DA 55. На данном графике виден высокоамплитудный тренд и осцилляция потока на его фоне.



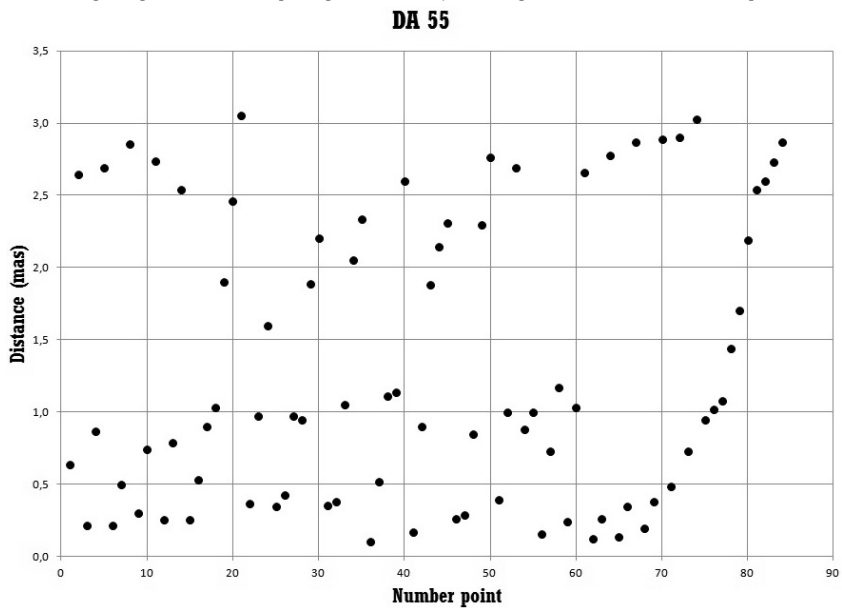
**Рис. 5.** График изменения потоков радиоизлучения на частотах 14.5, 8, 4.8 ГГц, для квазара 3C 120. На данном графике заметно наличие короткопериодических компонент и тренда.



**Рис. 6.** График изменения потоков радиоизлучения на частотах 14.5, 8, 4.8 ГГц, для квазара OJ 287.



**Рис. 7.** Пространственное распределение узлов яркости в джете квазара 3C 120.



**Рис. 8.** Пространственное распределение узлов яркости в джете квазара DA 55.

от ядра. Примером может служить наличие всех описанных случаев для источника 3C 120 (см. рис. 7).

Подобные пространственные структуры отмечаются у источников СТА 102, OJ 287. В тоже время у источника DA 55 эпизодическое появление ярких узлов происходит примерно на одних и тех же расстояниях от ядра см. рис. 8.

Появление этих узлов яркости в джетах может объясняться моделью ударной волны и ее взаимодействием с более ранними выбросами [10]. В итоге могут формироваться узлы стоячей волны на фиксированных расстояниях от ядра.

## 5. ВЫВОДЫ

Обработка данных на основе вейвлет-анализа показывает присутствие у радиоисточников СТА 102, 3C 120, DA55 и OJ 287 долгопериодических и короткопериодических компонент, время их существования, основные фазы активности. Существует довольно сложная картина реализации активности каждого исследуемого радиоисточника на различных частотах. Вместе с тем выявляются определенные закономерности развития активности, которые можно свести к следующим основным положениям. «Трендовая» составляющая активности потоков радиоисточников формируется за счет долговременных колебаний с периодом в интервале от 8 до 13 лет. Они могут существовать во всем исследуемом временном интервале с одним или несколькими максимумами, а могут реализоваться только в отдельных временных интервалах. При совпадении максимумов трендовой составляющей с максимумами короткопериодических изменений плотности потока с периодами от долей года до 3-х лет, отмечаются фазы повышенной активности, которые являются основным энергетическим выходом. Данные VLBI показывают, что у источников 3C 120 и СТА 102 наряду с активностью ядра периодически происходит усиление потока от джета. Для источников DA 55 и OJ 287 активность ядра практически постоянно преобладает над активностью джета. При сопоставлении данных VLBI о наличии ярких компонент в джете отмечается существование определенных пространственных структур распределения перемещающихся со временем компонент и ярких узлов, возникающих на одних и тех же расстояниях от ядра. Это свидетельствует о том, что в период активности в джете одновременно распространяются потоки релятивистских частиц, отдельные выбросы и ударные волны. В различных соотношениях эти процессы присутствуют у всех исследуемых источников [11]. Полученные данные о наличии периодических составляющих изменений потока и эволюции их со временем позволяют выявлять вклады различных процессов на значительно более длительном интервале времени, чем это возможно средствами VLBI наблюдений.

1. *Гайдышев И.* Анализ и обработка данных (специальный справочник). — СПб.: Питер, 2001. — С. 579–603.
2. *Давыдов А.В.* Цифровая обработка сигналов: Тематические лекции. Глава 5. — Екатеринбург: УГГУ, ИГиГ, кафедра геоинформатики, 2007.
3. *Смоленцев Н.* Вейвлет-анализ в MatLab. — М.: ДМК-Пресс, 2010. — С. 125–136.
4. *Рябов М.И., Сухарев А.Л., Вольвач А.Е., Вольвач Л.Н., Сыч Р.А., Аллер М.* Вейвлет-анализ активности системы «ядро–джет» квазаров и блазаров в сантиметровом диапазоне // *Odessa Astronomical Publications.* — 2011. — **24.** — Р. 97.
5. *Рябов М.И., Сухарев А.Л.* Применение различных методов определения периодов переменности внегалактических радиоисточников 3C120, 3C345, OJ287 по 30-летним наблюдениям на сантиметровых волнах // *Вісник Астрономічної школи.* — 2009. — **6,** №2. — С. 174–180.
6. *Маршер А.П., Эриштадг С.Г.* Взгляд на активные ядра галактик из прошлого и настоящего // *Труды конференции «Астрономия 2006: традиции, настоящее и будущее», СПбГУ, 2006.*
7. *Markku Lainela.* Can shock explain radio outbursts of AGN at millimeter and centimeter wavelengths? // *Astronomy and astrophysics.* — 1994. — **286.** — Р. 408–414.
8. *Cowperthwaite P.S., Reynolds C.S.* The Central Engine Structure of 3C120: Evidence for a Retrograde Black Hole or a Refilling Accretion Disk. <http://arxiv.org/abs/1205.3175v1>
9. *Fromm C.M., Perucho M., Ros E., Savolainen T., Lobanov A.P., Zensus J.A., Aller M.F., Aller H.D., Gurwell M.A., Lahteenmaki A.* Catching the radio flare in STA102. I. Light curve analysis. <http://arxiv.org/abs/1105.5024v1>
10. *Huges P.A., Aller H.D., Aller M.F.* The University of Michigan radio astronomy data base. I. Structure function analysis and the relation between BL Lacertae objects and quasi-stellar objects // *The Astrophysical Journal.* — 1992. — **396.** — Р. 469–486.
11. *Lehto H.J., Valtonen M.J.* OJ 287 outburst structure and a binary black hole model // *The Astrophysical Journal.* — 1996. — **460.** — Р. 207–213.

Поступила в редакцию 4.09.2013