**Изучение геометрических проявлений переменности в струйных выбросах активных ядер**

***Костричкин И.М***1**, *Плавин А.В***2 **, *Пушкарев А. Б*3,4, *Бутузова М. С*3**

*Студент*

*1Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), Физтех-школа ЛФИ, Москва, Россия*

*2Black Hole Initiative at Harvard University, 20 Garden Street, Cambridge, MA 02138, USA*

*3Крымская астрофизическая обсерватория РАН, Крым, Россия*

*4Физический институт им. П. Н.Лебедева РАН, Москва, Россия*

*E-mail: imkostrichkin@gmail.com*

Известно, что видимое направление релятивистских струйных выбросов в активных ядрах галактик может со временем меняться. Причины этого разнообразны: от несовпадения углового момента центрального объекта и аккреционного диска [1] до наличия в системе второй чёрной дыры [2]. Для выяснения причин изменения направления струйных выбросов мы разработали алгоритм, позволяющий определить его направление на отдельных РСДБ-изображениях, что дало нам возможность провести массовый и мультичастотный анализ во времени.

С помощью этого алгоритма мы проанализировали поведение 317 квазаров в диапазоне частот от 2 до 43 ГГц. В ходе нашей работы мы оценили типичные скорости изменения направления джета и временные интервалы, в течение которых это направление может меняться. Согласно нашим результатам, характерная скорость поворота джета возрастает с ростом частоты, на которой проводились наблюдения от нескольких десятых градуса в год на 2 ГГц до 1 град/год на 43 ГГц.

Предположив, что изменение направления релятивистской струи связано с нерадиальным движением её отдельных частей, мы провели корреляционный анализ. Он показал, что явной связи между нерадиальным движением отдельных компонентов джета и его поворотом в целом не наблюдается. В данной работе мы ограничиваемся возможными масштабами переменности, значительно большими чем времена наблюдений и на основе наших измерений мы можем дать верхнюю оценку на период переменности в менее чем 1000 лет в системе покоя источника для 90% квазаров из выборки. В ходе рассмотрения сценариев возникновения переменности нами было показано, что наиболее вероятным механизмом является прецессия излучающего сопла за счёт разнонаправленности векторов углового момента центральной сверхмассивной чёрной дыры и её аккреционного диска.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 20-72-10078.

**Литература**

1. A. Caproni, H. J. Mosquera Cuesta, and Z. Abraham. Observational Evidence of Spin-induced Precession in Active Galactic Nuclei. , 616(2):L99–L102, Dec. 2004
2. Dey L., Valtonen M. J., Gopakumar A., Lico R., G´omez J. L., Susobhanan A., Komossa S., Pihajoki P .Explaining temporal variations in the jet PA of the blazar OJ 287 using its BBH central engine model. , MNRAS, 503, 4400, May 2021