

# МЕТОДИКА ПОИСКА НЕИЗВЕСТНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД, ИЗЛУЧАЮЩИХ В РЕНТГЕНОВСКОМ ДИАПАЗОНЕ

В. А. Кирюхина<sup>1</sup>, С. В. Назаров<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Филлиал Московского государственного университета  
им. М. В. Ломоносова в г. Севастополе,*

<sup>2</sup>*Крымская астрофизическая обсерватория РАН*

Разработана методика поиска неизвестных переменных звезд в рентгеновском диапазоне. Этот способ отличается высокой вероятностью открытия редких объектов с экстремальными свойствами, что дает возможность исследовать разные аспекты звездной эволюции и поведение вещества в процессах с большим энерговыделением.

## A METHOD FOR SEARCHING FOR UNKNOWN VARIABLE STARS RADIATING IN THE X-RAY

V. A. Kirukhina<sup>1</sup>, S. V. Nazarov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Moscow State University M.V. Lomonosov in Sevastopol, Russia,*

<sup>2</sup>*Crimean astrophysical observatory RAS*

A technique has been developed for searching for unknown variable stars in the X-ray range. This method gives a high probability of discovering rare objects with extreme properties, which makes it possible to investigate various aspects of stellar evolution and the behavior of matter in processes with high energy release.

## Введение

Переменными звездами называют звезды, меняющие собственную яркость за время наблюдений на величину, достаточную для их выявления. Интерес к таким объектам вызван тем, что анализ кривой позволяет исследовать физические процессы. При этом разнообразие таких процессов и их энергетика значительно шире, чем то, что обнаружено или создано на сегодняшний день на Земле.

Наличие рентгеновского излучения в спектре говорит о потенциально высоких энергиях: больших температурах, скоростях движения газа или мощных электромагнитных полях, как правило, недостижимых при помощи современных технологий. Поэтому такие объекты представляют повышенный интерес: их можно рассматривать как гигантские природные физические лаборатории. Поскольку они часто излучают в рентгеновском диапазоне больше энергии, чем в остальных диапазонах, вместе взятых, детектирование эффективнее осуществлять с помощью приемников рентгеновского излучения на космических телескопах.

## Описание методики

В этой работе мы использовали каталог ROSAT All-Sky Survey Faint source Catalogue [1], содержащий на основе обзора всего неба миссией ROSAT в диапазоне энергий 0.1–2.4 кэВ и содержащий 105 924 источника рентгеновского излучения.

Первым делом мы проводили фильтрацию источников по координатам, чтобы оставить только те, которые удобно будет наблюдать в оптическом диапазоне при помощи телескопов КраО. Далее для уверенного отождествления анализировали значение потока (count,

ct/s) и удаляли объекты с малым SNR (яркость порядка ошибки измерения). После этого при помощи самого точного астрометрического каталога Gaia DR3 (2020) [2] мы искали оптических кандидатов в пределах ошибки положения рентген-источников. Каталог Gaia DR3 позволяет уверенно отделить интересующие нас галактические объекты от внегалактических (скопления галактик, активные ядра и др.) по значению собственного движения.

Теперь нужно определить, какой именно объект из оставшихся галактических кандидатов отвечает за излучение в рентгене. С этой целью мы воспользовались обзорами Catalina Sky Survey (CSS, <https://catalina.lpl.arizona.edu/>) и Zwicky Transient Facility (ZTF, <https://www.ztf.caltech.edu>). База данных CSS охватывает фотометрию 500 млн объектов и содержит около 40 млрд измерений с величинами V от  $11.5^m$  до  $21^m$ , в обзоре ZTF доступна фотометрия всего северного неба в фильтрах G и R с предельной звездной величиной до  $21^m$ . Анализ кривых блеска каждого из кандидатов дает возможность установить их тип переменности и возможную связь с излучением в рентгене. Дополнительным способом поиска переменности объектов в оптике на больших масштабах времени является блинкование паломарских пластинок DSS. Проверка на исследованность осуществляется при помощи баз данных ОКПЗ и VSX. Также рекомендуется проанализировать содержимое базы данных SIMBAD по координатам. С целью анализа изображения объекта и его окружения удобно использовать интерактивный сервис Aladin Sky Atlas (<https://aladin.u-strasbg.fr/>).

## Заключение

Наличие огромного количества астрофизической информации в открытом доступе позволяет вести поиск переменных звезд, используя простые средства. Разработанная нами методика поиска в рентгеновском диапазоне отличается сравнительно высокой вероятностью открытия редких объектов с экстремальными свойствами в нашей Галактике.

## Библиографические ссылки

- [1] *Voges W., Aschenbach B., Boller T. et al.* Rosat All-Sky Survey Faint Source Catalogue // IAU Circ. — 2000. — Vol. 7432. — P. 3.
- [2] *Gaia Collaboration.* VizieR Online Data Catalog: Gaia EDR3 (Gaia Collaboration, 2020) // VizieR Online Data Catalog. — 2020. — P. I/350.