

**ПРОГРАММА LINEVIEWER ПАКЕТА ASTRO SPACE LOCATOR (ASL)
ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ И ОБРАБОТКИ УСРЕДНЕННЫХ СПЕКТРОВ**

М. А. Щуров, А. Г. Рудницкий

Астрокосмический центр Физического института им. П. Н. Лебедева РАН

Представлены описание и демонстрация работы программы **LineViewer**, ориентированной на первичную обработку спектров галактических и внегалактических мазеров и визуализацию данных наблюдений, полученных с участием космического радиотелескопа SRT-10 (проект «Радиоастрон»). **LineViewer** написана на языке C++ и предназначена для корректировки полосы пропускания сигнала, построения и анализа усредненных по времени и частоте интерференции спектров мазерных источников и отождествления мазерных спектральных линий. Программа **LineViewer** позволяет быстро провести анализ промежуточного результата и его корректировку, чтобы получить релевантные параметры для улучшения или обнаружения корреляции в спектральных линиях.

**LINEVIEWER — PROGRAM OF THE ASTRO SPACE LOCATOR (ASL)
PACKAGE FOR CONSTRUCTING AND PROCESSING AVERAGED
SPECTRA**

M. A. Shchurov, A. G. Rudnitskiy

Astro Space Center of PN Lebedev Physics Institute

LineViewer program operation a description and demonstration is presented. It is focused on the galactic and extragalactic masers primary spectra processing and visualization of observational data obtained with the SRT-10 space radio telescope (the “Radioastron” project). **LineViewer** is written in C++ and is intended for correcting the signal bandwidth, constructing and analyzing the maser sources spectra averaged over time and fringe rate, and identifying maser spectral lines. The **LineViewer** software allows to analyze quickly the intermediate result and adjust it to obtain the relevant parameters for improving or detecting the correlation in spectral lines.

Представлено описание и демонстрация работы программы **LineViewer** [1], ориентированной на первичную обработку спектров галактических и внегалактических мазеров и визуализации данных наблюдений, полученных с участием космического радиотелескопа SRT — 10 м (проект «Радиоастрон», см. [2], <http://www.asc.rssi.ru/radioastron/index.html>). Программа создана в рамках специального пакета ASL (Astro Space Locator) в числе подпрограмм, разработанных в АКЦ ФИАН с целью организации наиболее оптимальной работы собственного коррелятора, обслуживающего проект. **LineViewer** написана на языке C++ и предназначена:

- для корректировки полосы пропускания сигнала;
- построения и анализа усредненных по времени и частоте интерференции спектров мазерных источников;
- отождествления мазерных спектральных линий и поиска корреляции сигналов.

Необходимость корректировки полосы связана с тем, что в процессе корреляции именно мазерных наблюдений для ускорения процесса обработки важно иметь информацию о том, какую часть полосы следует коррелировать. Поскольку корреляционный отклик дает только та часть полосы, которая содержит мазерные линии, уширение полосы «шумовыми» данными ухудшает корреляционный отклик, что критично для наблюдений с низким соотношением «сигнал / шум» и характерно для 10-м орбитального радиотелескопа. Поиск «корреляционного лепестка» в мазерных данных значительно упрощается при выборе нужного участка полосы наблюдений. Для ускорения работы необходимо, чтобы соответствующая процедура проводилась быстро и наглядно, в удобном графическом интерфейсе, с использованием непосредственного визуального анализа корректности проведения этой процедуры в интерактивном режиме.

Программа **LineViewer** позволяет существенно оптимизировать процесс корреляции для сеансов мазерных интерферометрических наблюдений и, как следствие, ускорить предоставление доступа научному сообществу к наблюдательным данным. Корректировка формы полосы в рамках разработанной программы может производиться различными способами, например, при помощи шумового спектра или полинома заданной степени в указанном диапазоне частот. Для улучшения возможностей в отождествлении спектральных линий дополнительно выполняются нормировка спектра, аппроксимация спектральных линий суммой функций Гаусса в количестве, не более указанного максимального числа компонентов, и расчет скоростей спектральных линий на луче зрения V_{LSR} с точностью не хуже 60 м/с.

Для анализа усредненных спектров, т. е. скалярного и векторного усреднения спектров по частоте интерференции или времени, **LineViewer** предоставляет возможность производить поиск интерференционного отклика на двумерной диаграмме «Fringe Rate — Frequency» («Частота интерференции — частота») как визуально, так и программными методами. Можно выбрать на этой диаграмме область, для которой будет построен усредненный авто- или кросскорреляционный спектр для дальнейшего анализа. Важным достоинством и очевидным успехом использования данной программы стало существенное сокращение количества промежуточных циклов запуска коррелятора, что обеспечило более быстрый доступ пользователей к анализу астрофизических результатов. Она была успешно применена на практике при обработке сеансов наблюдений в рамках проекта «РадиоАстрон» на корреляторе АКЦ ФИАН, в ходе которой для ряда мазерных сеансов с ее помощью визуально оценивалось качество поправок, определялось соотношение «сигнал / шум», фаза сигнала (т. е. присутствие корреляции) и была найдена корреляция как на наземных, так и на наземно-космических базах.

Библиографические ссылки

- [1] *Щуров М. А., Авдеев В. Ю., Гурин И. А. и др.* Программа Lineviewer пакета Astro Space Locator (ASL) для построения и обработки усредненных спектров // Краткие сообщения по физике. — 2019. — № 4. — С. 38–45.
- [2] *Kardashev N. S., Khartov V. V., Abramov V. V. et al.* “RadioAstron”-A telescope with a size of 300 000 km: Main parameters and first observational results // Astronomy Reports. — 2013. — Vol. 57. — P. 153–194.