

Измерения плотностей потоков и переменности стандартных источников шкалы потоков "искусственная луна" на временных шкалах 1 год – 8.5 лет.



В. П. Иванов, А. В. Ипатов, И. А. Рахимов, Т. С. Андреева
Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург, Россия

ВВЕДЕНИЕ

Представлены результаты измерений плотностей потоков стандартных радиоисточников абсолютной шкалы потоков "искусственная луна" (далее ИЛ) [1] на временном интервале 2017.5 - 2024.0 на волнах $\lambda=6.2$ см и $\lambda=3.5$ см.

Радиоастрономическая шкала потоков представляет собой выборку источников радиоизлучения, спектры которых точно известны на заданном частотном интервале и используются, как стандарты плотностей потоков.

В качестве стандартов плотностей потока выбраны сильные источники, с малыми угловыми размерами, излучение которых не испытывает быстрых и значительных изменений во времени. Слабая переменность приемлема для стандартных источников вследствие факта: источники с постоянными во времени параметрами излучения практически отсутствуют.

Плотности потоков стандартных источников слабо изменяются во времени, вследствие чего для сохранения точности шкалы требуются регулярные повторные их калибровки. В соответствии с действующей программой, в настоящее время на радиотелескопе РТ-32 обсерватории "Светлое" ИПА РАН выполняется мониторинг плотностей потоков стандартных источников шкалы потоков ИЛ с целью изучения их переменности и сохранения точности шкалы. Настоящая работа содержит данные измерений потоков стандартов в течение временного интервала 2017.5 - 2024.0 на волнах $\lambda=6.2$ см и $\lambda=3.5$ см.

Вторичными стандартами шкалы потоков ИЛ являются источники 3C48, 3C123, 3C138, 3C147, 3C161, 3C196, 3C218, 3C274, 3C286, 3C348, 3C353, NGC7027. В процессе повторяющихся циклов наблюдений измеряются плотности потоков вторичных стандартов относительно стабильного во времени источника 3C295, выполняющего роль первичного стандарта. Получен непрерывный ряд данных, позволяющий исследовать переменность источников на разных временных шкалах. Случайные ошибки снижаются путем усреднения данных измерений на временных интервалах Δt , в настоящей работе $\Delta t=1$ год. Случайная погрешность измерений не превышает $\pm 2\%$.

ИЗМЕРЕНИЯ

Параметры полноповоротного параболического радиотелескопа РТ-32 обсерватории "Светлое" ИПА РАН с зеркалом $D=32$ м приведены в Таблице 1. ([2], [3], [4])

Таблица 1
Параметры радиотелескопа РТ-32

λ , см	Тпр, К	Тша, К	Тсис, К	КИП	HPBW, arcmin
18	10	38	48	0.6	21.9
13	10	37	50	0.48	14.6
6.2	10	23	33	0.6	6.96
3.5	12	27	39	0.56	3.94

Обозначено: λ длина волны, см; Тпр - шумовая температура входа приемника, К; Тша - шумовая температура антенны, К; Тсис - шумовая температура системы, К; КИП - коэффициент использования поверхности; HPBW - ширина диаграммы направленности на уровне 0.5 по мощности, угл. мин.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Сравнение плотностей потоков S , измеренных на радиотелескопе РТ-32 для средних эпох 2019.0, 2022.0 и 2023.0 с данными [1] S_0 показано на рис1а и 1б, где изображены зависимости от времени отношений плотностей потоков S/S_0 между эпохами 2015.5 – 2019.0, 2022.0 и 2023.0.

- Измерения выполнялись по стандартной методике, принятой для радиотелескопов системы «Квазар»-методом плавных сканов. В этом случае серия измерений состоит из нескольких проходов источника через диаграмму направленности антенны, наведенной по одной из координат в упрежденную точку траектории источника при сопровождении источника по другой координате.
- КИП антенны может меняться в пределах нескольких процентов с изменением угла места. Для устранения ошибок, связанных с этим эффектом, сравнение любых двух источников проводилось при углах места, одинаковых для обоих источников в пределах $\pm 5^\circ$ от среднего положения.
- Коррекция за угловое разрешение источников и атмосферное поглощение выполнялась аналогично [1].

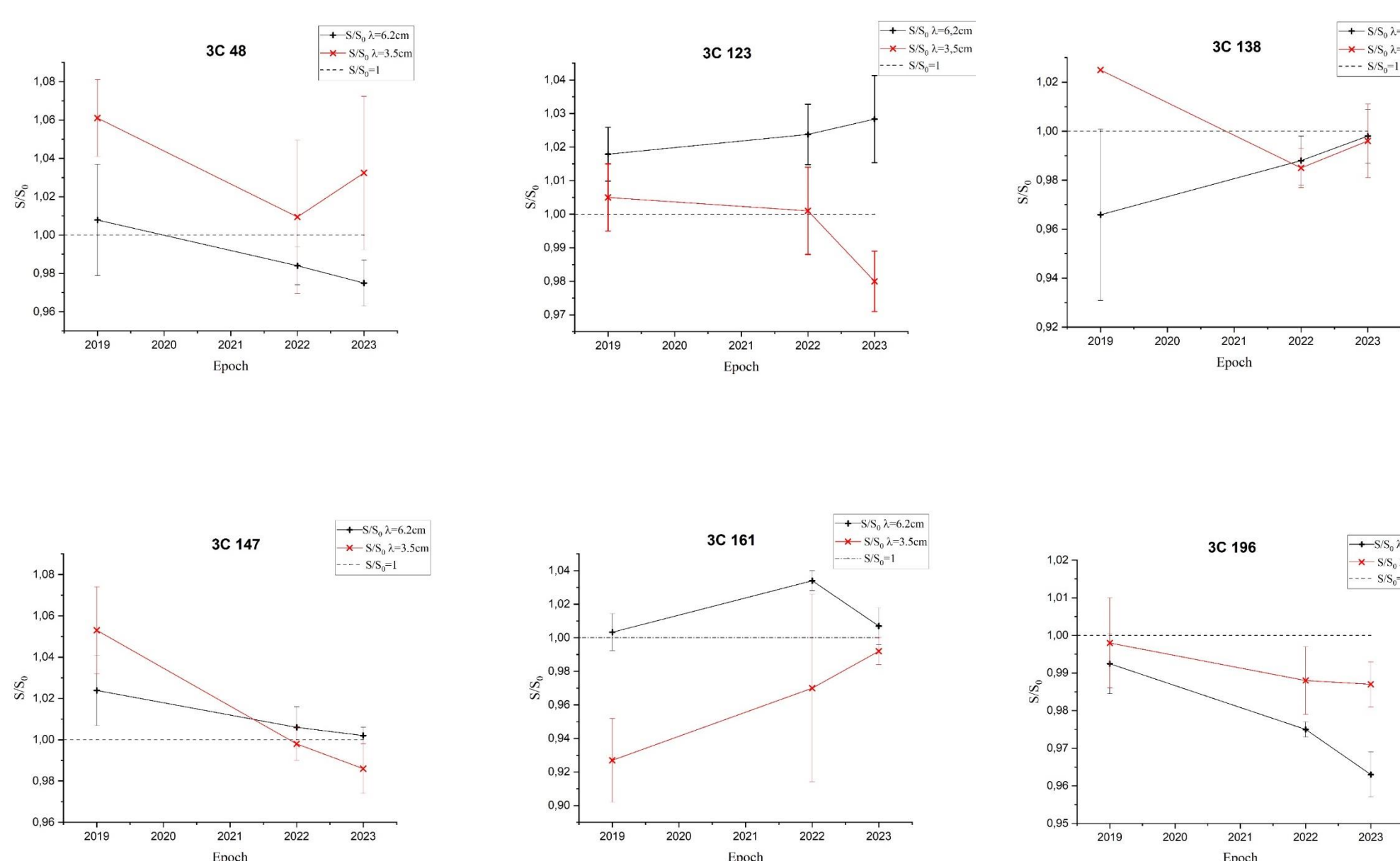


Рис 1а. Относительные изменения плотностей потоков S/S_0 между эпохами 2015.5 – 2019.0, 2022.0 и 2023.0

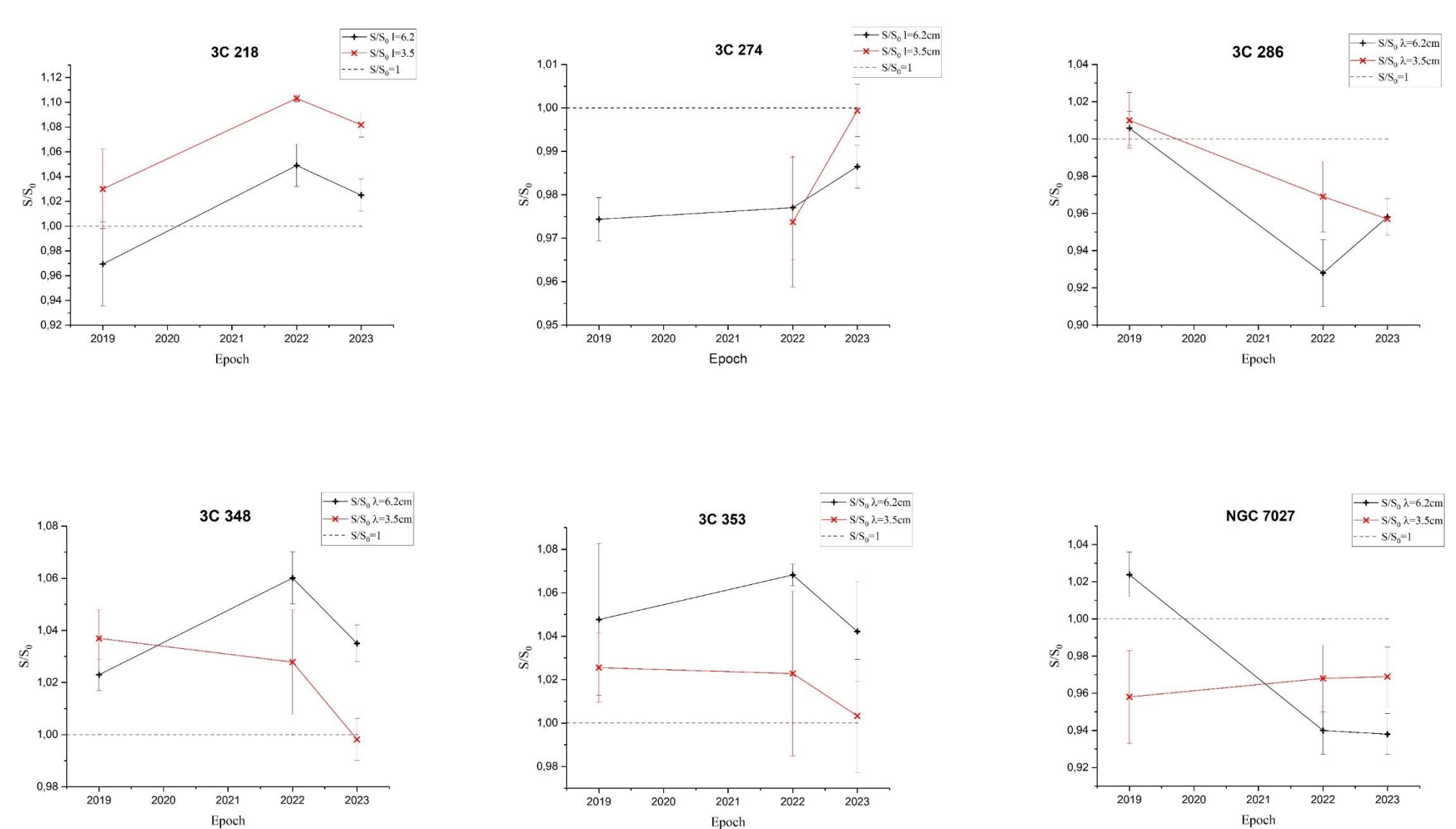


Рис 1б. Относительные изменения плотностей потоков S/S_0 между эпохами 2015.5 – 2019.0, 2022.0 и 2023.0

ОБСУЖДЕНИЕ

Изменения плотностей потоков во времени преимущественно знакопеременны. Сравнение данных 2019.0, 2022.0 и 2023.0 и 2015.5 показывает, что в течение временного интервала 2015.5-2024.0 имели место изменения плотностей потоков стандартных источников, превышающие стандартные отклонения σ .

На волне $\lambda=6.2$ см наблюдались изменения потоков, превышающие стандартные отклонения как в большую, так и в меньшую сторону.

Наибольшие отклонения относительно данных 2015.5 отмечены в виде роста потоков на $(4.9 \pm 1.7)\%$; $(6.0 \pm 1.0)\%$ и $(6.8 \pm 0.5)\%$ у источников 3C218, 3C348 и 3C353, соответственно. Уменьшение потока на $(7.7 \pm 1.8)\%$ обнаружено у 3C286.

На волне $\lambda=3.5$ см поток увеличивался по сравнению с данными 2015.5 у 3C218 на $(10.3 \pm 0.3)\%$, у 3C348: на $(3.7 \pm 1.1)\%$, у 3C48 на $(6.1 \pm 2.0)\%$, и у 3C147 на $(5.3 \pm 2.1)\%$

Значимое уменьшение потока наблюдалось у 3C161 на $(7.9 \pm 2.5)\%$, у 3C286, на $(4.5 \pm 1.9)\%$, а также у NGC7027, $(4.4 \pm 2.5)\%$.

Среди данных на 2022.0 и 2023.0, разделенных временным интервалом $\Delta t=1$ год, нет различий, статистически значимо превышающих погрешность σ . Данные, относящиеся к более разнесенным эпохам, в ряде случаев отличаются существенно.

На волне $\lambda=6.2$ см поток 3C218 и 3C286 между эпохами 2019.0 и 2022.0 упал на $(8.2 \pm 3.8)\%$, и на $(8.4 \pm 2)\%$, соответственно, а у 3C348 в то же время возрос на $(3.6 \pm 1.2)\%$.

На волне $\lambda=3.5$ см поток 3C218 между эпохами 2019.0 и 2022.0 возрос на $(7.1 \pm 3.2)\%$. Между эпохами 2019.0 и 2022.0 поток 3C147, 3C286 и 3C348 упал на $(6.8 \pm 2.4)\%$, на $(5.5 \pm 1.7)\%$, и на $(3.9 \pm 1.4)\%$, соответственно, а у 3C161 возрос на $(7 \pm 2.6)\%$.

Из сравнения данных, отличающихся временем измерений можно сделать вывод, что для сохранения точности шкалы потоков на уровне $\pm 3\%$ калибровки стандартных источников следует проводить не реже, чем через 2 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Плотности потоков стандартных источников: 3C48, 3C123, 3C138, 3C147, 3C161, 3C196, 3C218, 3C274, 3C286, 3C348, 3C353, NGC7027 определены на частотах (4.84 и 8.45) ГГц для эпох 2019.0, 2022.0 и 2023.0 на основе данных наблюдений с помощью радиотелескопа РТ-32 обсерватории Светлое ИПА РАН.

Выполнено сравнение потоков стандартных источников шкалы потоков ИЛ для различных эпох, показавшее наличие изменений плотностей потоков стандартных источников во времени. Сделан вывод о необходимости проводить калибровки стандартных источников для сохранения точности шкалы потоков на уровне $\pm 3\%$ не реже, чем через 2 года.

ЛИТЕРАТУРА

- Иванов В. П., Ипатов А. В., Рахимов И. А., Гренков С. А., Андреева Т. С., *Астрономический журнал*, 95, 609, (2018)
- Рахимов И.А., Ахмедов Ш.Б., Зборовский А.А., Иванов Д.В., Ипатов А.В., Смоленцев С.Г., Финкельштейн А.М. //Всероссийская Астрономическая Конференция. Тезисы докладов. Санкт-Петербург, 2001, с.152.
- Финкельштейн А. М. //Наука в России, 2001, 5, с.20.
- Finkelstein A., Ipatov A., and Smolentsev S., in Proceedings of the Fourth APSGP WorkShop Ed. by H.Cheng, Q.Zhi-han (Shanghai: Shanghai Scientific and Technical Publishers 2002), p.47.