

# Поиск протонных струй в блазарах как возможных излучателей нейтрино высокой энергии



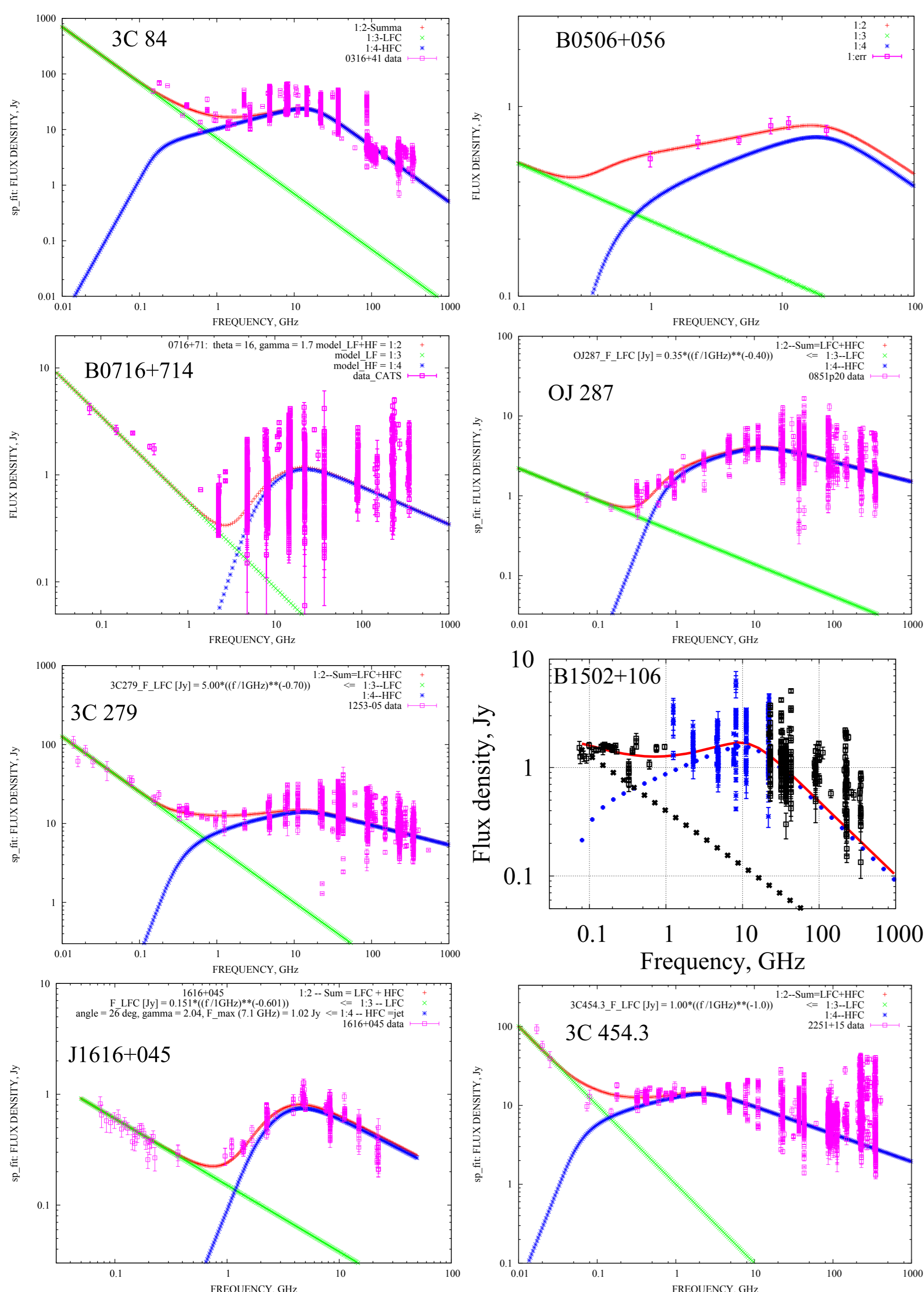
Ю. А. Ковалев<sup>1,2</sup>, Г. Жеканис<sup>3</sup>, Ю. Ю. Ковалев<sup>4</sup>, Ю. Сотникова<sup>3,2</sup>, С. Троицкий<sup>2</sup>,  
А. Попков<sup>5,2</sup>, А. Плавин<sup>6</sup>, А. Эркенов<sup>3</sup>, М. Мингалиев<sup>3</sup>, Н. Нижельский<sup>3</sup>, П. Цыбулёв<sup>3,2</sup>, Н. Бурсов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>АКЦ ФИАН; <sup>2</sup>ИЯИ РАН; <sup>3</sup>САО РАН; <sup>4</sup>MPIfR; <sup>5</sup>МФТИ; <sup>6</sup>VNI Harvard

## АННОТАЦИЯ

Выполняется модельный анализ наблюдений на РАТАН-600 мгновенных спектров активных ядер галактик в диапазоне 1-22 ГГц в 1997-2024 гг., а также данных из базы CATS в диапазоне 0.01-500 ГГц. Используется модель «Ёжик», в первоначальной форме предложенная Н. С. Кардашевым в 1969 г. Новой целью является изучение физических параметров джетов в РСДБ-блазарах и поиск компактных ярких сильных переменных протонных джетов как возможных источников высокоэнергетических нейтрино в протон-протонных и протон-фотонных процессах. Представлены основные результаты оценки величин магнитных полей, яркостных температур и угловых размеров как протонных, так и электронных джетов в 9 блазарах. Подтверждена эффективность замены синхротронных электронов протонами в релятивистском джете в сильном продольном магнитном поле. Это позволяет объяснить сверхвысокие значения яркостных температур и магнитных полей в радиоструях и связать протонные источники нейтрино высокой энергии с радиоструями.

## РАДИОСПЕКТРЫ БЛАЗАРОВ



Результаты подгонки к средним спектрам АЯГ модели «Ёжик» (Kovalev+2000) из 2 компонент. Вышуклая высокочастотная компонента (HFC) – релятивистский джет в сильном квазирадиальном магнитном поле. Падающая низкочастотная компонента (LFC) – другие части источника. Подгонка для B0506+056 показана только для мгновенного спектра по данным РАТАН-600; больше данных для него см. в статье Baikal-GVD Collaboration+2024.

## ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ

Результаты подгонки модели для электронов и протонов и оценки магнитного поля  $B$ , яркостной температуры  $T_b$  и углового размера  $\Theta$  струй вблизи максимума спектров.

Объект	Частицы	$B$ Гс	$T_b$ К	$\Theta$ mas
3C 84	$e^-$	9	$5 \cdot 10^{10}$	1
	$p^+$	$2 \cdot 10^4$	$9 \cdot 10^{13}$	0.03
B0506+056	$e^-$	6	$5 \cdot 10^{10}$	0.1
	$p^+$	$1 \cdot 10^4$	$9 \cdot 10^{13}$	0.003
B0716+714	$e^-$	0.5	$5 \cdot 10^{10}$	1.5
	$p^+$	900	$9 \cdot 10^{13}$	0.03
OJ 287	$e^-$	5	$5 \cdot 10^{10}$	0.3
	$p^+$	$8 \cdot 10^3$	$9 \cdot 10^{13}$	0.007
3C 279	$e^-$	15	$5 \cdot 10^{10}$	3
	$p^+$	$3 \cdot 10^4$	$9 \cdot 10^{13}$	0.07
B1502+106 <sup>a</sup>	$e^-$	7	$5 \cdot 10^{10}$	0.6
	$p^+$	$1 \cdot 10^4$	$9 \cdot 10^{13}$	0.014
J1616+045	$e^-$	0.15	$5 \cdot 10^{10}$	0.1
3C 454.3	$p^+$	300	$9 \cdot 10^{13}$	0.002
	$e^-$	2	$5 \cdot 10^{10}$	4
3C 454.3	$p^+$	$4 \cdot 10^3$	$9 \cdot 10^{13}$	0.08
	$e^-$	20	$5 \cdot 10^{10}$	0.08
B0954+658 <sup>b</sup>	$e^-$	20	$5 \cdot 10^{10}$	0.08
	$p^+$	$4 \cdot 10^4$	$9 \cdot 10^{13}$	0.002

<sup>a</sup>Sotnikova+2022; <sup>b</sup>Vlasyuk+2023.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Поддержано Минобрнауки РФ в рамках программы финансирования крупных научных проектов национального проекта «Наука», грант номер 075-15-2024-541.