

РАТАН-600 – 2016_I



Сотникова Ю.В., САО РАН

Наблюдательные программы 2016-1

Наблюдения в континууме*:

I. Галактические объекты.

Мониторинг радиопеременности микроквazarов (CAO РАН; Smithsonian Astrophys. Obs., USA; CIFS, Italy; Universite Paris, France).

II. Внегалактические источники – 6 программ:

CAO РАН, ГАИШ МГУ, АКЦ ФИАН, Рабочая группа РАДИОАСТРОН (13 стран), Aalto University Metsahovi Radio Observatory.

*Вторичные зеркала №1 и №2 с комплексом аппаратуры сплошного спектра (приемно-измерительные комплексы МАРС-3 и ЭРИДАН).

Программы по изучению радиоизлучения Солнца

III. Радиоизлучение Солнца.

1. Геоэффективные процессы в солнечной атмосфере и нестационарные явления в околоземном космическом пространстве (ИСЗФ СО РАН).
2. Исследование особенностей микроволнового излучения активных областей перед мощными эруптивными событиями (ГАО РАН).
3. Мониторинг солнечной активности в максимуме 24 цикла (ГАО РАН).
4. A study multiple polarization inversion on frequency on the RATAN-600 (University of Ioannina, Greece).
5. Совместные исследования магнитосфер активных областей на ГАС ГАО и РАТАН-600 (ГАС ГАО РАН).

IV. Аппаратурно-методические, измерительные.

1. Антенные измерения (CAO РАН).
Вторичные зеркала №1-3.

Наблюдения в 2016 (1) г.

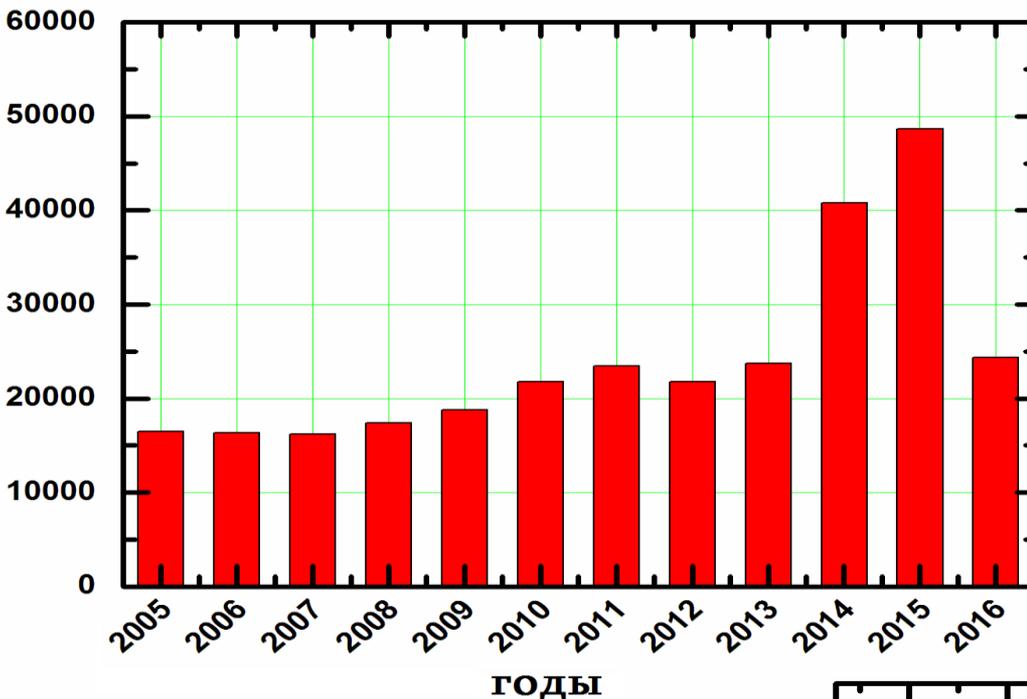
Континуум (вторичные зеркала №1 и №2)

- Запланировано: 24368 наблюдений
- Потери: 2790 (11,3 %)
- Погода 2559 (10,5%) (первое полугодие – 1225)
- Аппаратура 162 (0,6%)
- Прочее 69 (0,2%)

Солнечный комплекс (вторичное зеркало №3)

- Запланировано: 1483 наблюдения
- Потери: 132 (8,8 %)
- Погода 90 (6 %)
- Аппаратура 9 (0,6%)
- Прочее 33 (2,2%)

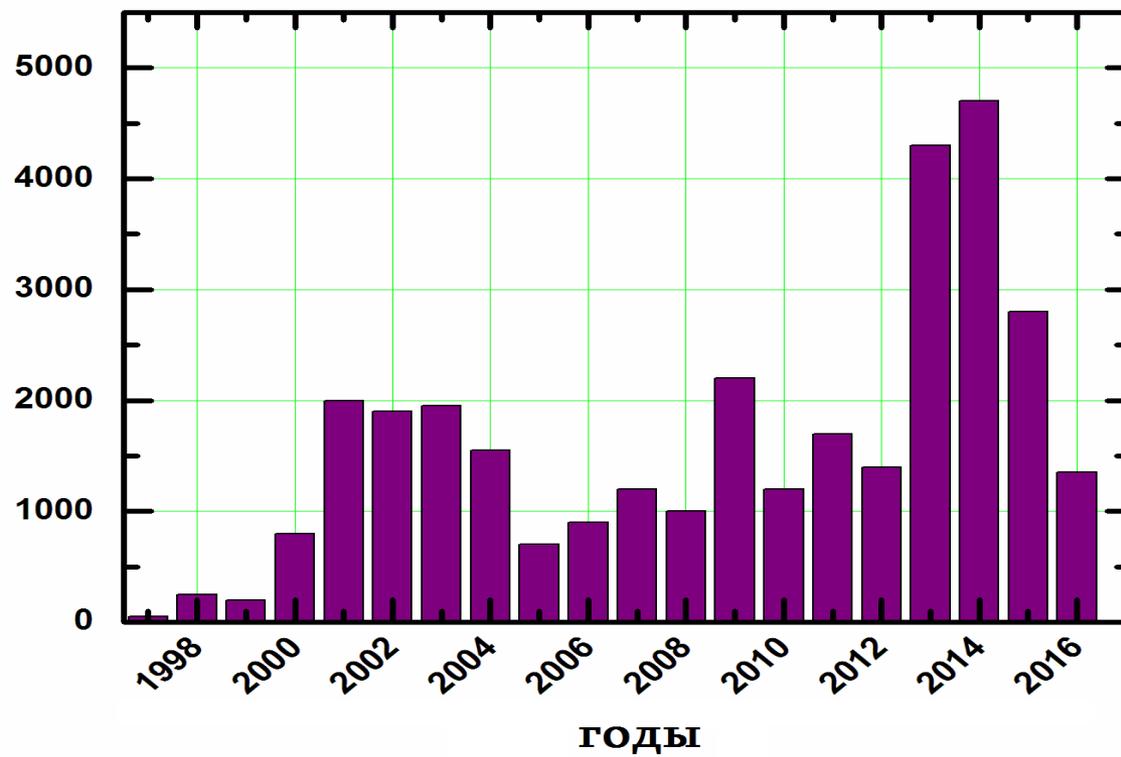
КОЛИЧЕСТВО НАБЛЮДЕНИЙ



КОНТИНУУМ

Солнце

КОЛИЧЕСТВО НАБЛЮДЕНИЙ



ГОДЫ

Радиометры континуума РАТАН-600

Борьба с помехами:
Возобновлены регулярные
наблюдения на 13 и 25 см

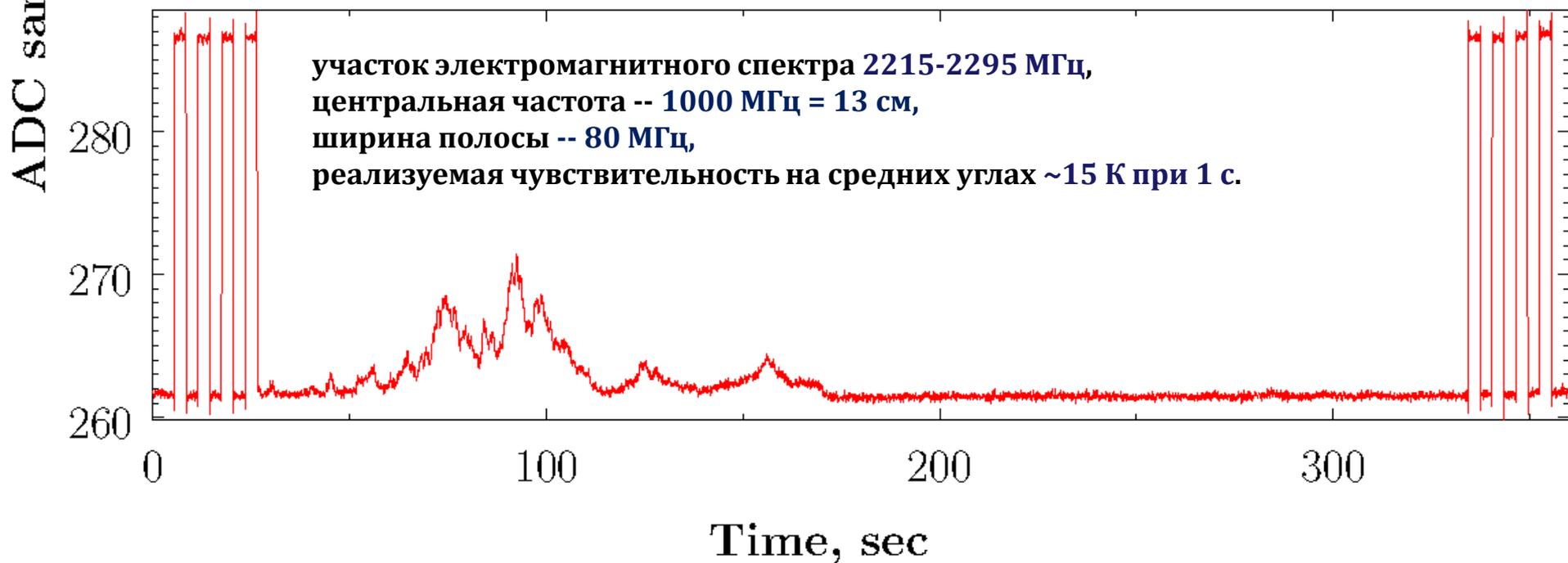
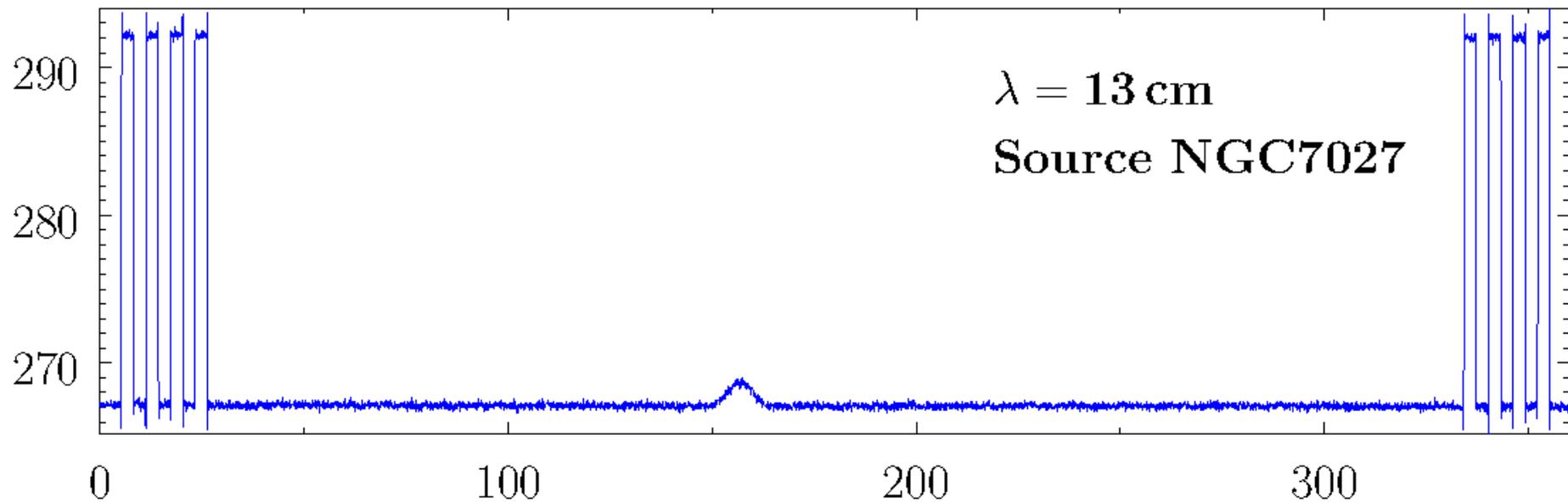
Модульный вариант радиометра на 6
см.



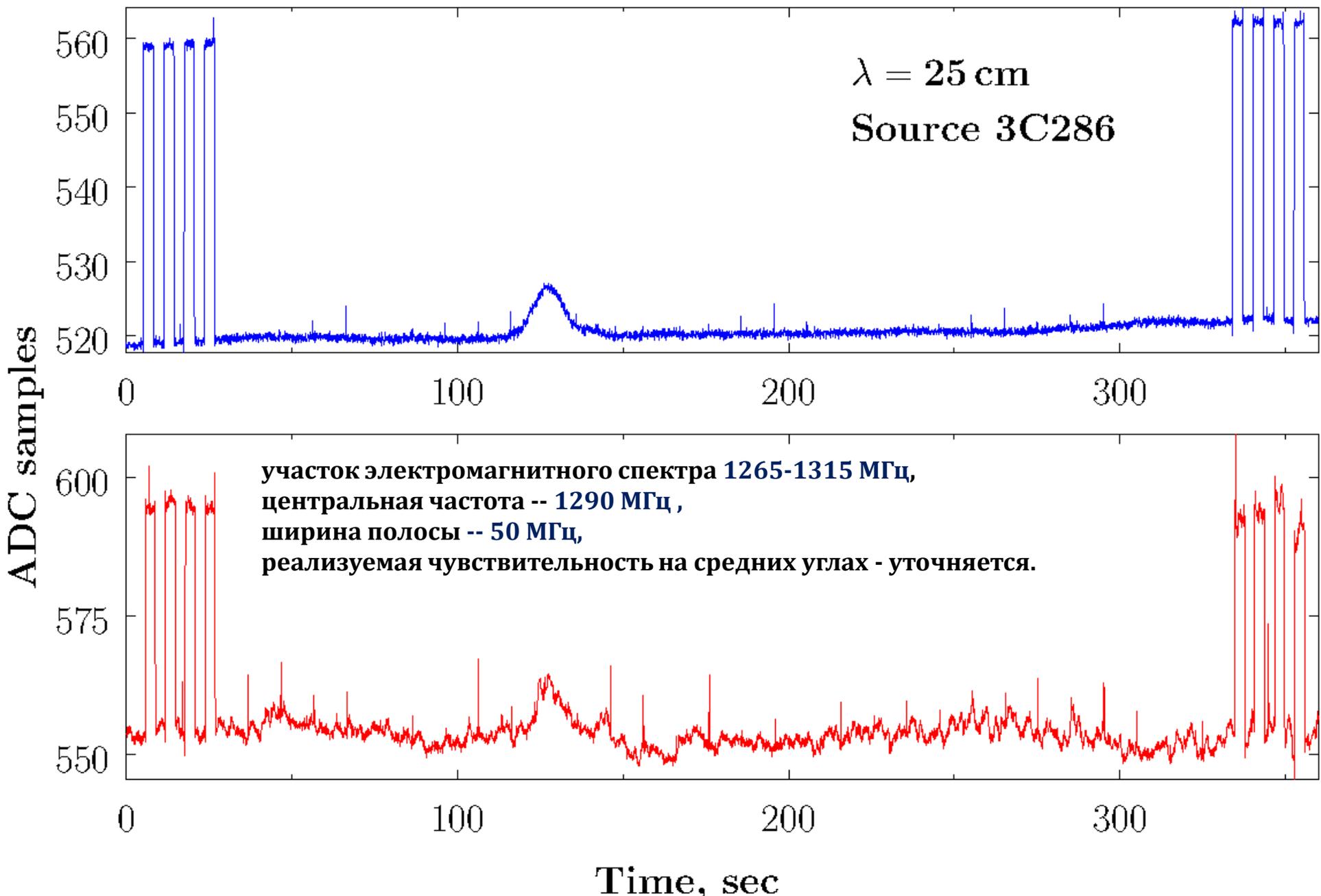
Полосно-пропускающие фильтры



Наблюдения на 13 см

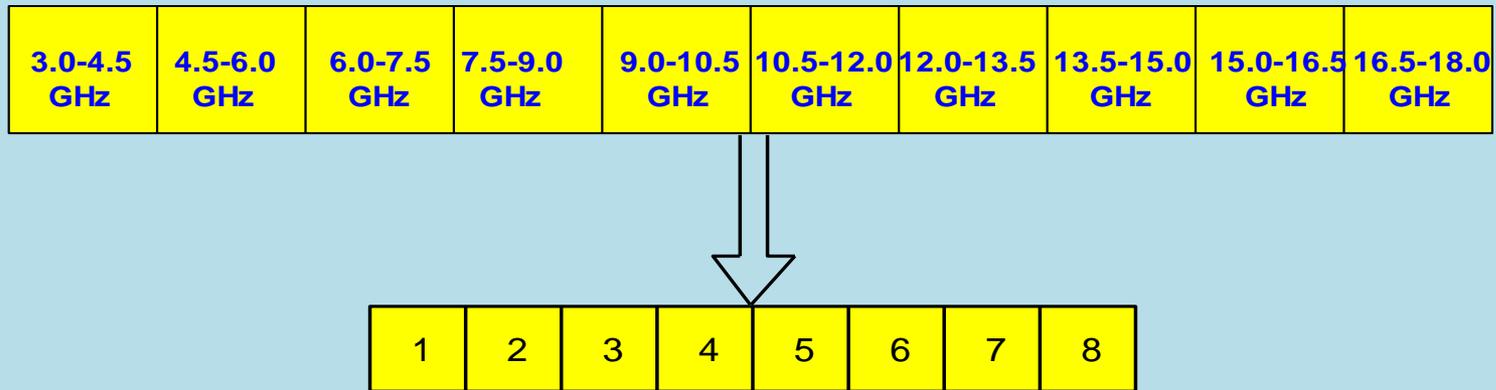


Наблюдения на 25 см

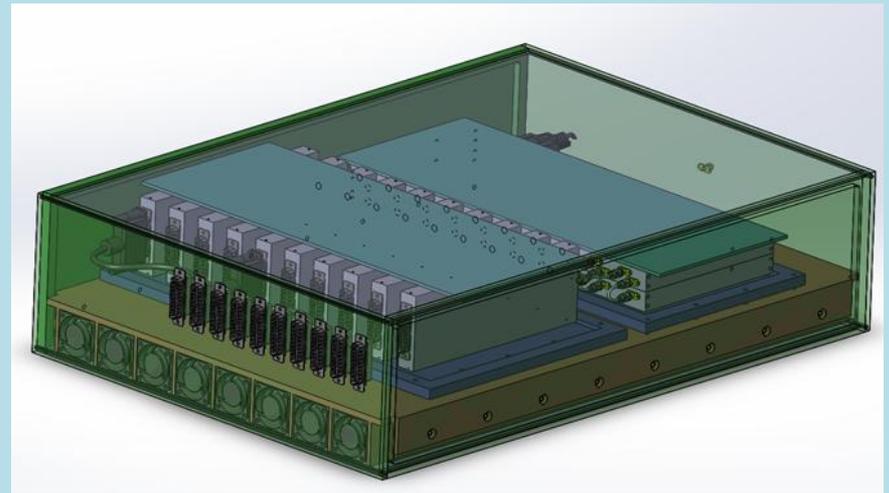
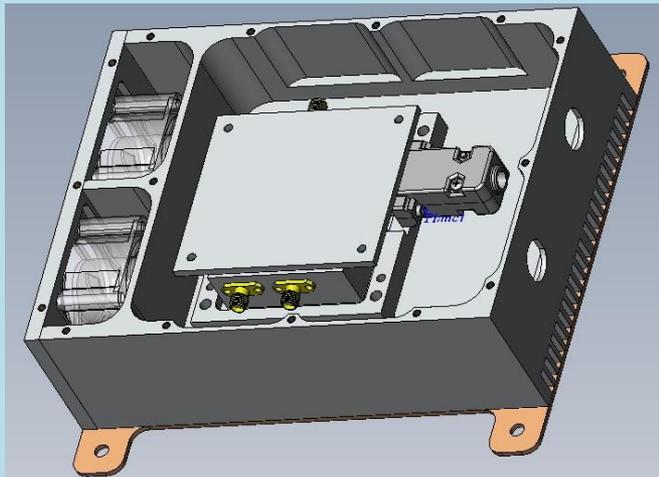


Спектрально-поляризационный солнечный комплекс РАТАН-600 с большим динамическим диапазоном

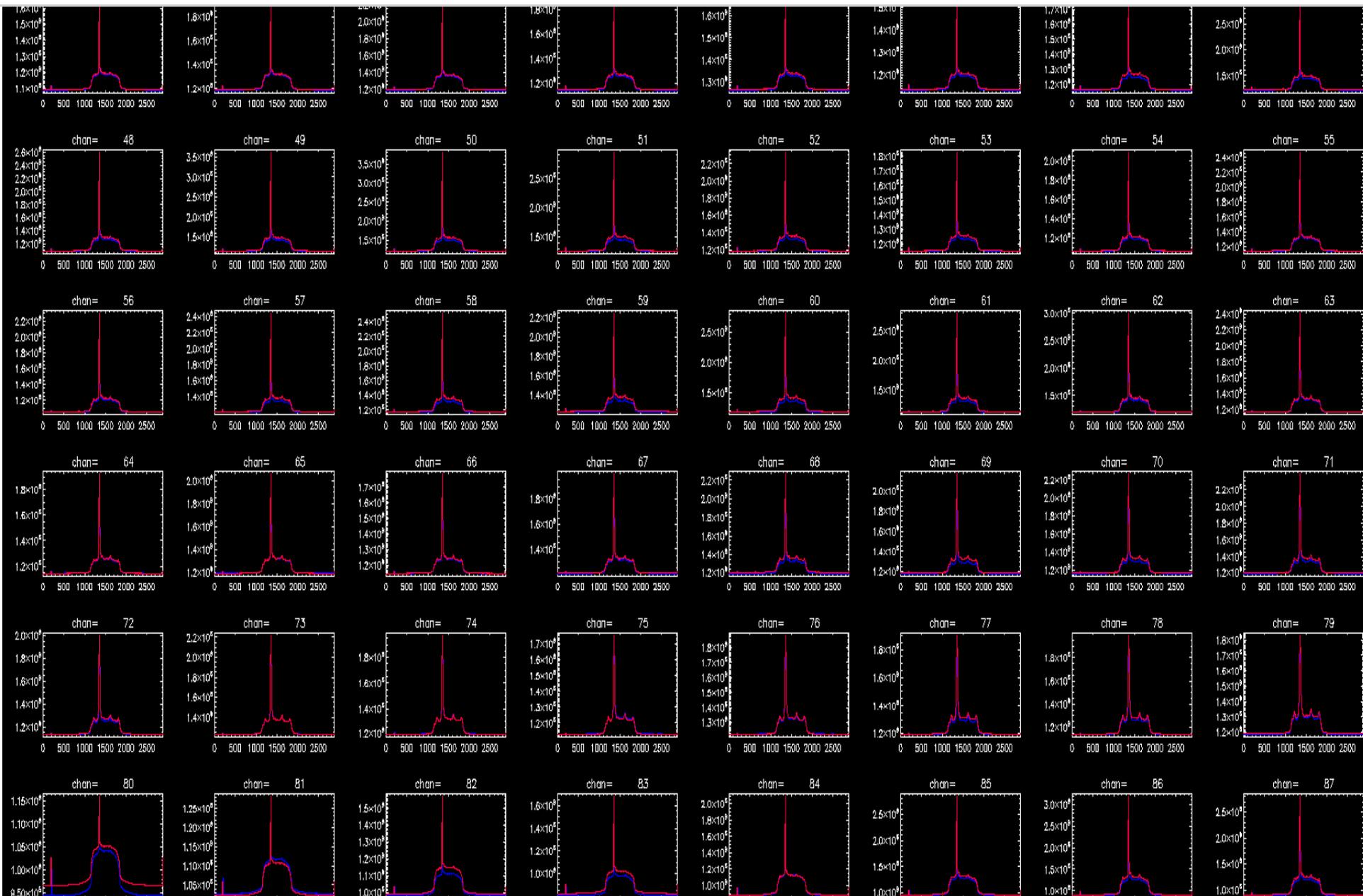
Перекрытие частотного диапазона 3-18 ГГц



Состав: 10 широких каналов по 1500 МГц
80 узких каналов по 100 МГц



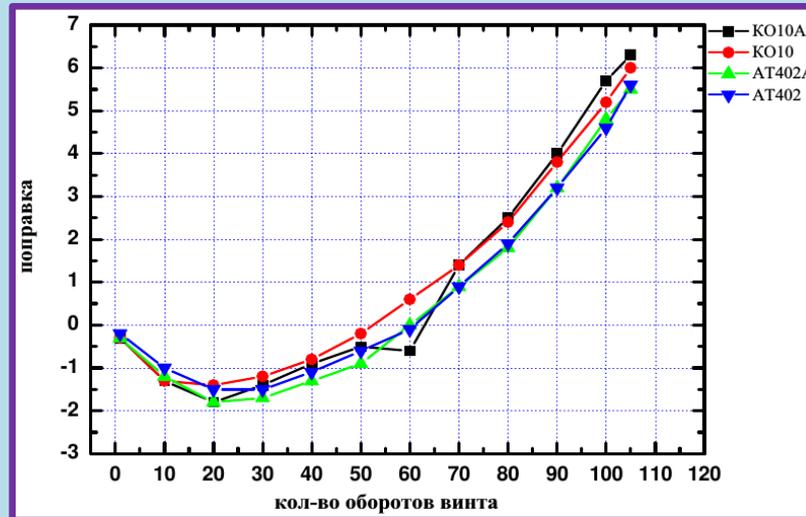
Регистрация на новом комплексе



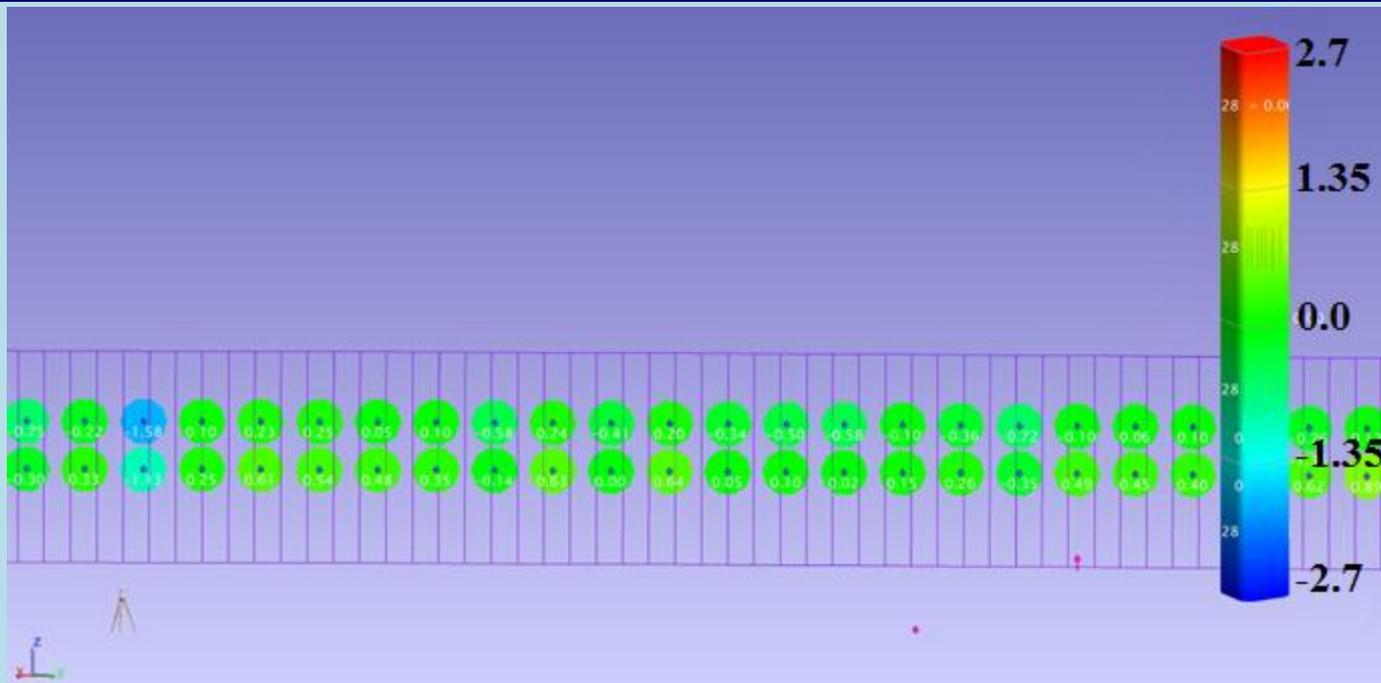
Спектрально-поляризационный солнечный комплекс РАТАН-600 с большим динамическим диапазоном

- (i) Увеличение динамического диапазона до 10^6 К.**
- (ii) Улучшение чувствительности при наблюдениях опорных источников в 3 раза.**
- (iii) Повышение температурной стабильности и надежности.**
- (iv) Реализована автоматизация процесса наблюдений и передачи данных на современном технологическом уровне.**

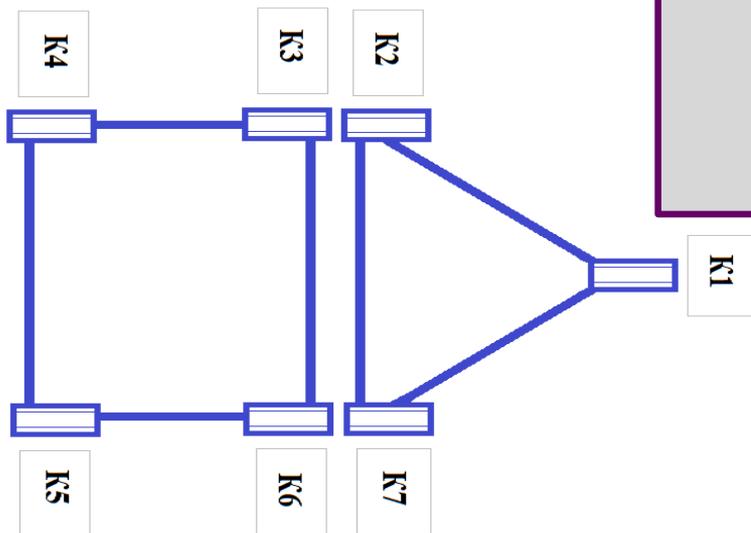
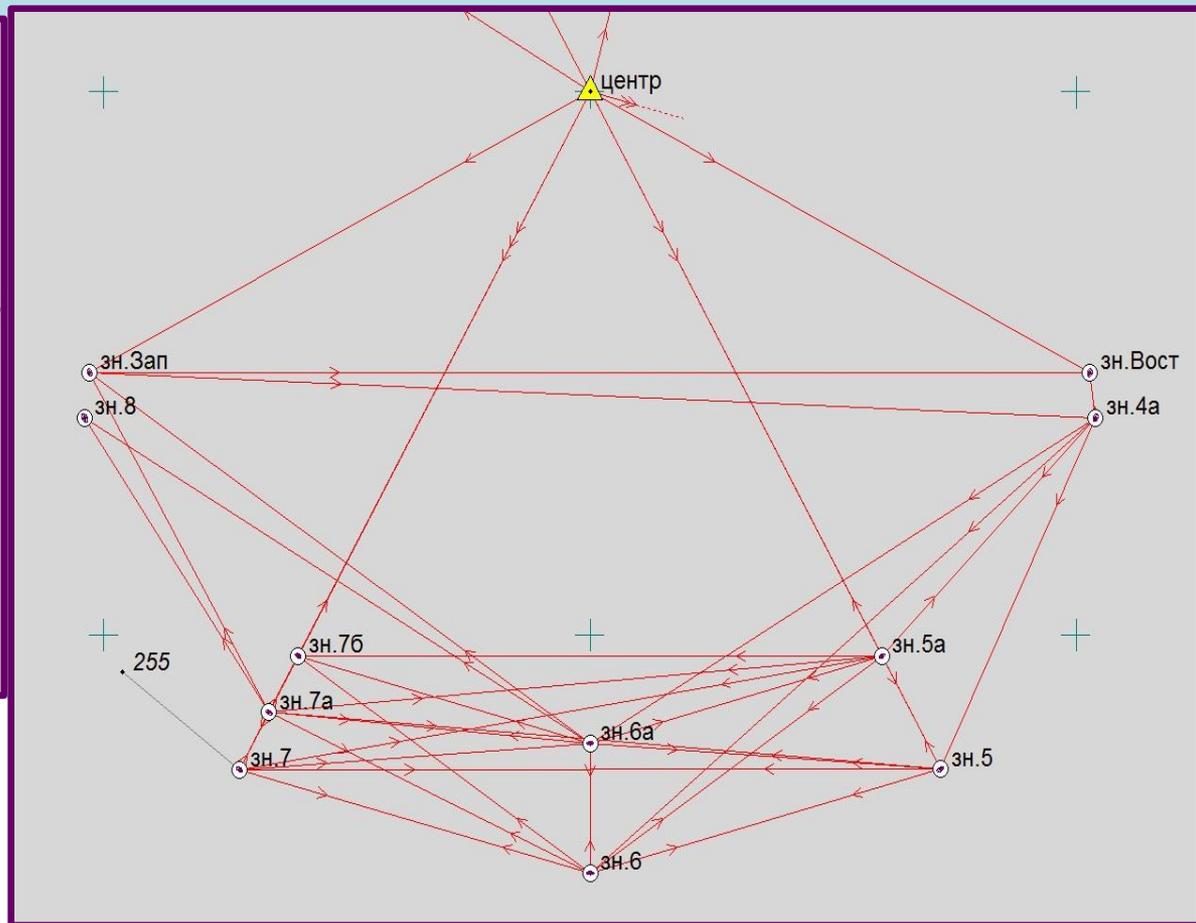
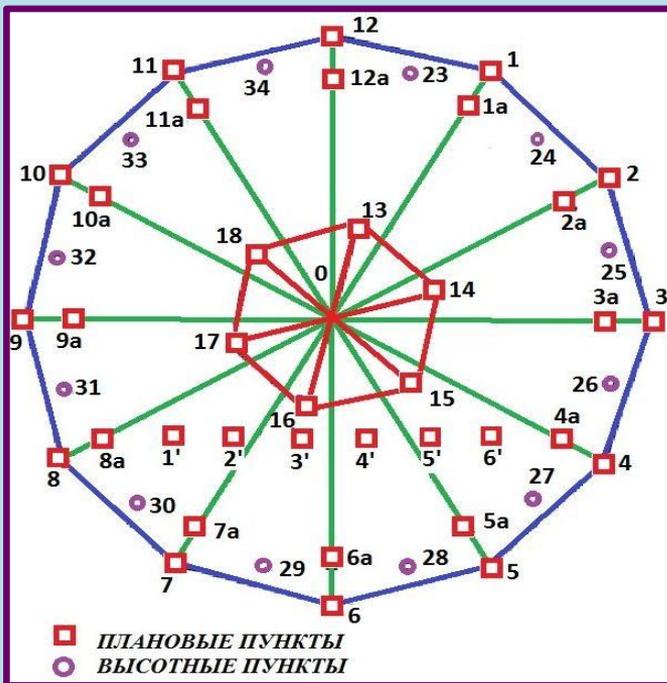
Определение кинематических поправок



Проверка положения элементов антенны



Проверка опорной геодезической сети



Мониторинг радиопеременности микроквазаров – галактических рентгеновских двойных звезд со струйными выбросами

~16812 одночастотных файлов измерений потоков от микроквазаров

1) Продлен до 33 орбитальных периодов мониторинг LSI+61d303 на Южном секторе (960 дней) - орбитальный период, который и прежде был определен по радиопеременности стабилен на временах 30 лет: 26.50+-0.05 дней.

2) В мае 2016 зарегистрирована яркая вспышка SS433, которая четко определена на всех шести частотах 1, 2.3, 4.8, 8.2, 11.2 и 21.7 ГГц.

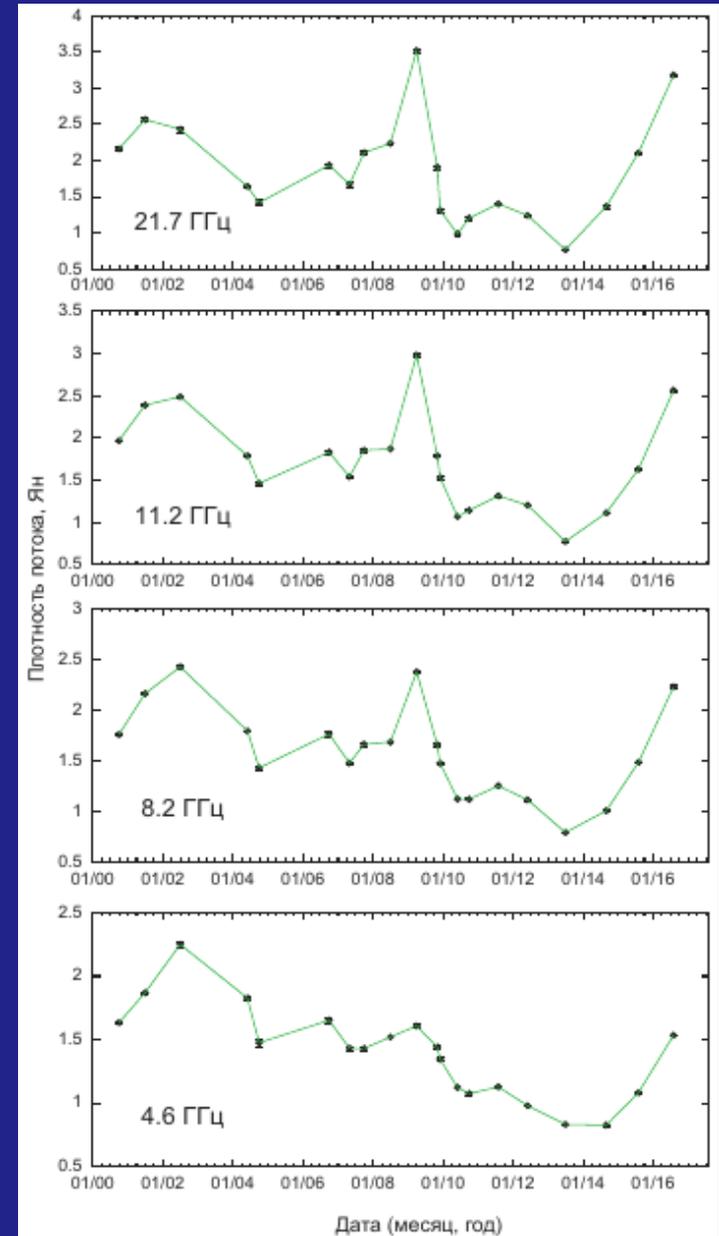
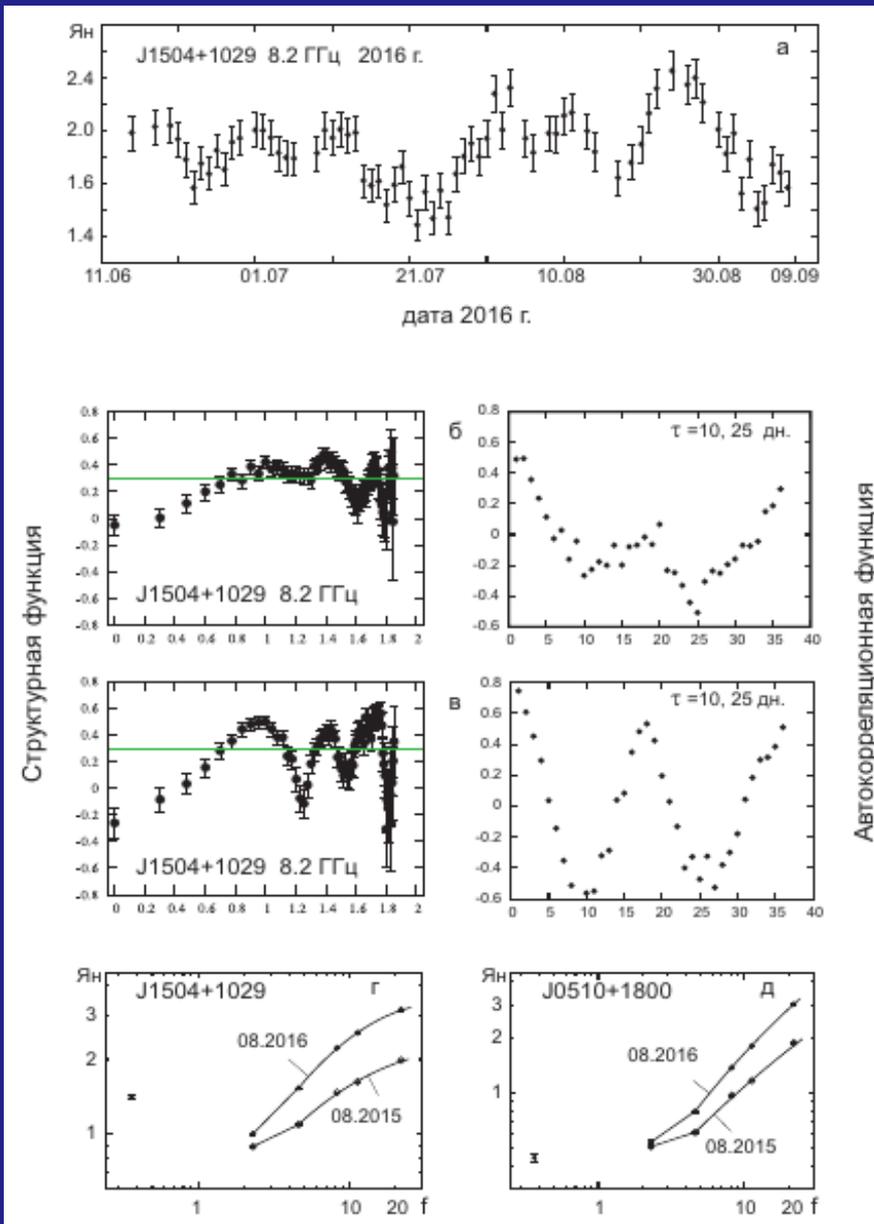
3) С начала года раз в месяц в микроквазаре GRS 1915+105 были зарегистрированы вспышки с потоком выше 100 мЯн на 4.6 ГГц и оптически тонким спектром с индексом -0.6 - -0.8.

4) В январе 2016 года в Суг X-3 была короткая фаза сверх-мягкого состояния, когда поток в жестком рентгене упал почти до нуля. Одновременно и измеренный на R-600 радиопоток сначала упал ниже 20 мЯн, а потом вырос до 300 мЯн с плоским спектром на частотах 4-11 ГГц. Во второй четверти года радиопоток четко антикоррелировал с потоком в жестком рентгене (15-50 кэВ - данные Swift/BAT).

1819-25	43
1826-14	145
1850-00	145, 118
1911+04	149, 121
1915+11	147, 119
1929+09	84, 43
1958+31	146
2007+40	146, 102
2015+37	141, 100
2023+32	34
2032+40	145, 97
0521+16	99
0627-04	145
1331+30	147
1347+12	146, 46
2107+42	141, 47
2130+04	15
0014+61	137
0236+61	143
0244+62	143

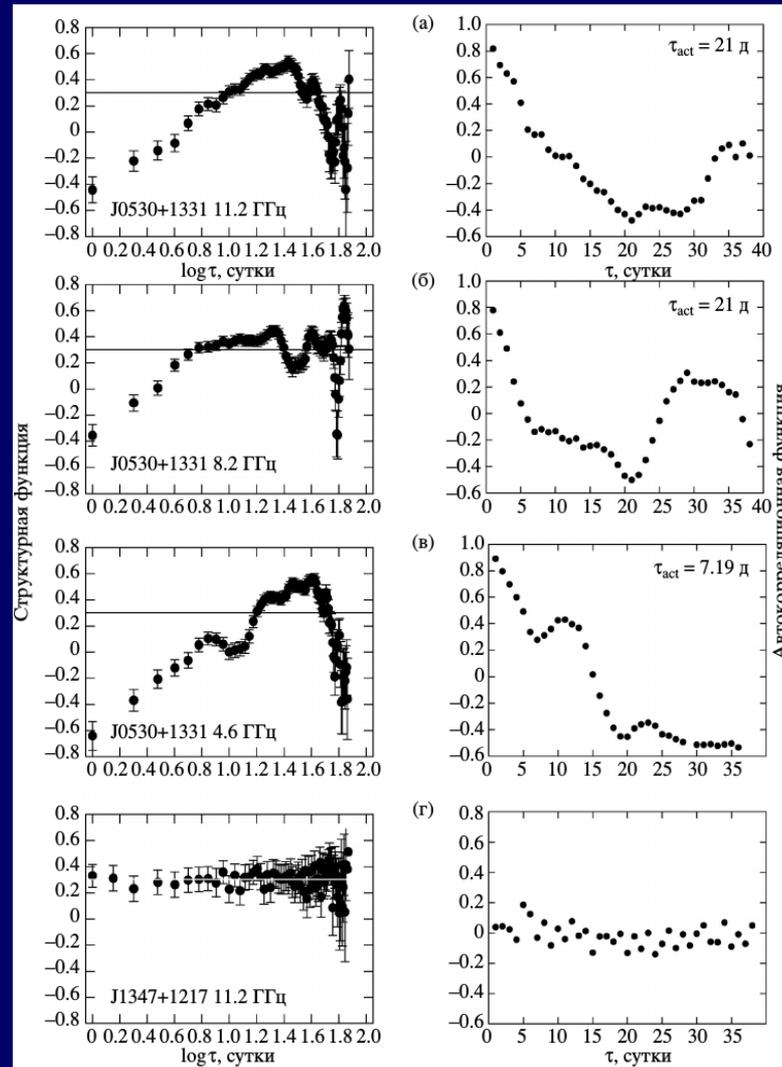
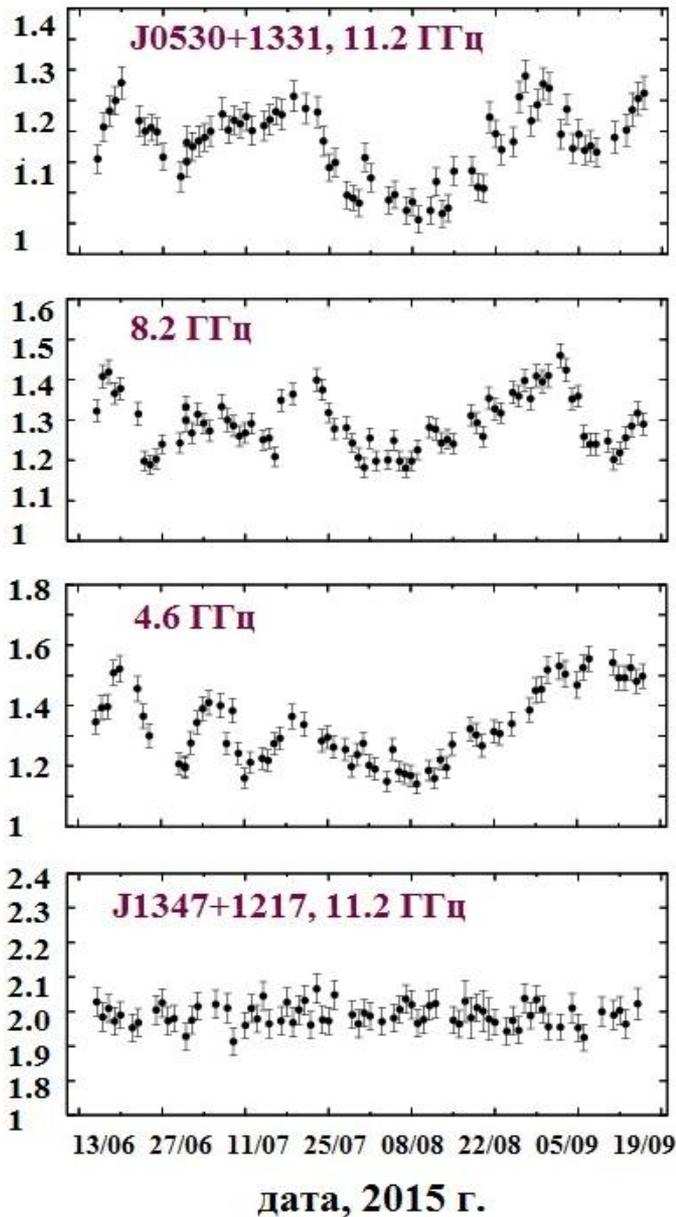
1. Jeffrey, R.~M., Blundell, K.~M., Trushkin, S.~A., Mioduszewski, A.~J., 2016, Fast launch speeds in radio flares, from a new determination of the intrinsic motions of SS 433's jet bolides, MNRAS 461, 312-320.
2. Punsly, B., Rodriguez, J., Trushkin, S.~A., 2016, The Accretion Flow-Discrete Ejection Connection in GRS 1915+105, The Astrophysical Journal 826, 5.

Исследование переменности блазаров на масштабах времени от нескольких дней до нескольких недель (ГАИШ МГУ)



Исследование переменности блазаров на масштабах времени от нескольких дней до нескольких недель (ГАИШ МГУ)

Плотность потока, Ян



Короткая переменность плотности потока радиоизлучения блазара J0530+1331, АЖ 42, 8 (2016).

Исследование центральных областей ядер активных галактик (АКЦ ФИАН, РадиоАстрон)

➤ 6 публикаций в рецензируемых журналах, 2013-2016:

Astrophys. J. Letters, **820**, L9 (2016)

Astronomy & Astrophysics, **573**, A50 (2015)

Astronomy & Astrophysics, **565**, A26 (2014)

Космические исследования, **52**, 430 (2014)

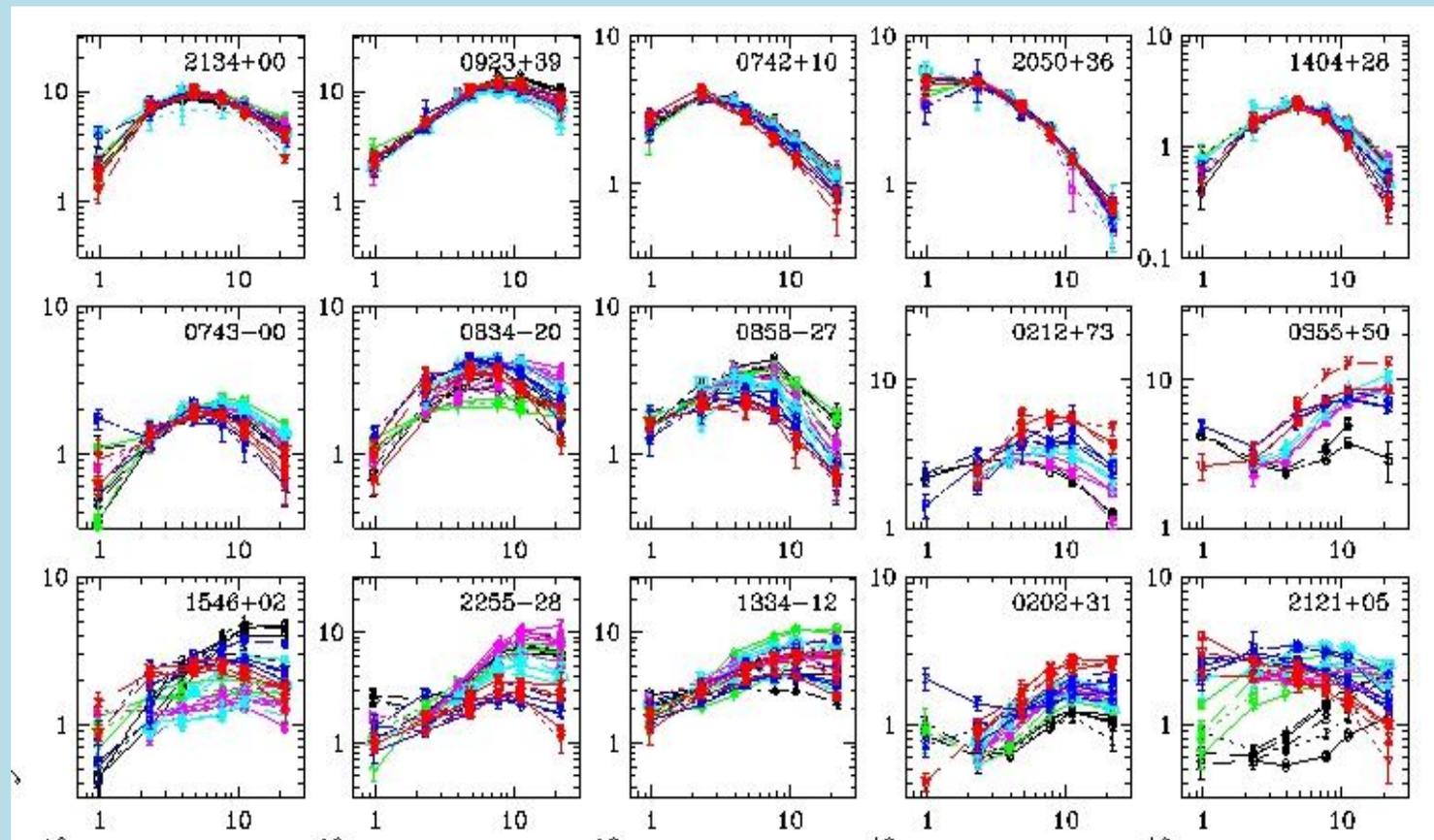
Astronomy & Astrophysics, **556**, A67 (2013)

Астрономический журнал, **90**, 179 (2013)

➤ Сформирована выборка АЯГ-кандидатов для исследований предсказанной экстремальной яркости в 2016-17 на РадиоАстроне: с простыми типами Р600-спектров – сильно и слабо переменными за 11 лет.



Кандидаты для картографирования (АКЦ ФИАН)



ЗАВИСИМОСТЬ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА (Ян) от ЧАСТОТЫ (ГГц)

Примеры для 2-х типов простых Р-600 спектров за 11 лет (3-4 спектра / год). Слабо переменные – с максимумом (1-я строка), сильно переменные – с максимумом (2-я строка) и растущие (3-я строка). Для сравнения последним показан объект со сложным сильно переменным спектром – 2121+05.

Мониторинг блазаров на РАТАН-600 (1600)

RATAN-600 multi-frequency data for the BL Lac objects (549) (Mingaliev et al., A&A, 2014)
BLcat Edition 1.2, February 2016

The Roma BZCAT - 5th edition
Multi-frequency Catalogue of Blazars
Edition 5.0.0 (Massaro et al., 2009, 2015)

RATAN-600 multi-frequency data for the BL Lac objects

BLcat Edition 1.1, February 2015
M.G. Mingaliev, Yu.V. Sotnikova, R.Yu. Udovitskiy, T.V. Mufakharov, E.Nieppola, and A.K. Erkenov

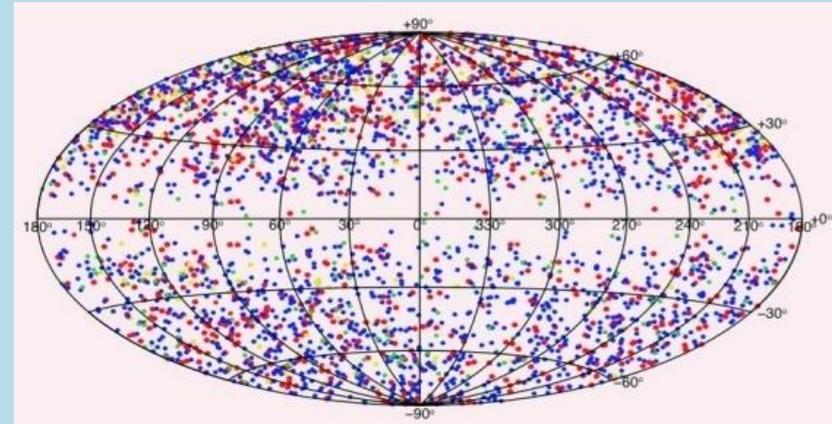
ADS abstract

00h-04h 04h-08h 08h-12h 12h-16h **16h-20h** 20h-24h

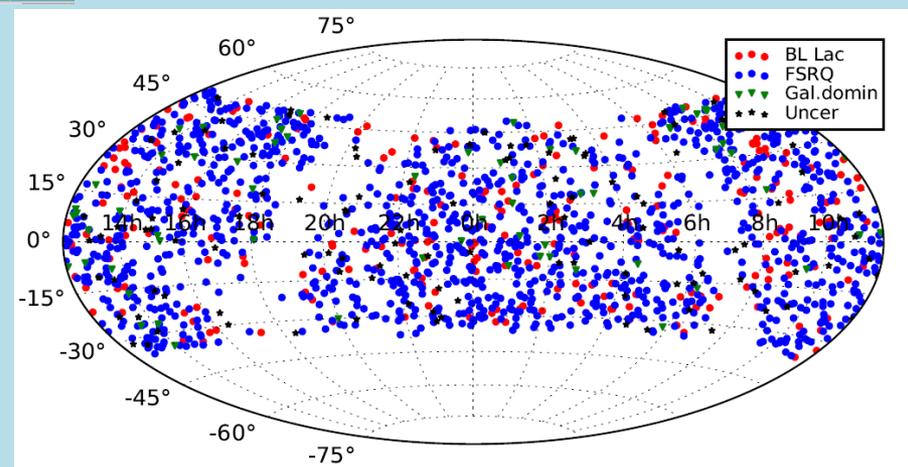
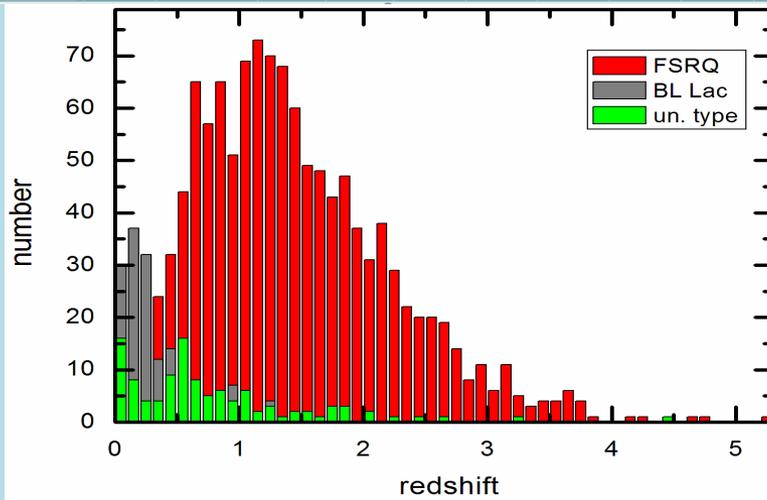
Search by name

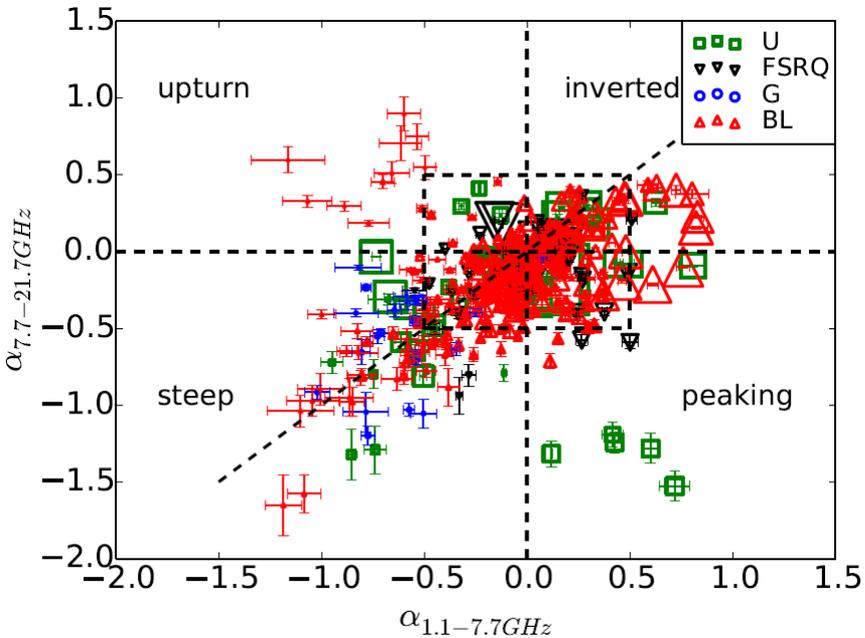
Page number: 1 Page Size (# of lines) all Refresh page(def option)

Entry number select all	RATAN data	Set	Source name RA Dec name	Ra (J2000.0)	Dec (J2000.0)	Redshift	Rmag	Log V _{peak}	Flux density	SED class	Blazar type	Selected type	Reference
343	Data Explorer	2	160207+332653	16:02:07	33:26:53	1.1	23	11.97	1.857	LSP	Blazar-un.type	RBL	29
344	Data Explorer	11	160341+110548	16:03:41	11:05:48	0.143	18.1	13.44	0.344	LSP	BL-Lac	RBL	43
345	Data Explorer	9	160706+155134	16:07:06	15:51:34	0.357	17.5	14.73	0.435	ISP	BL-Lac	RBL	10
346	Data Explorer	1	161002+671029	16:10:02	67:10:29	-	19.3	17.45	0.059	HSP	BL-Lac	RBL	61
347	Data Explorer	-	161706+410647	16:17:06	41:06:47	0.267	17.7	13.94	-	LSP	BL-Lac	RBL	60
348	Data Explorer	3	161823+363201	16:18:23	36:32:01	0.73	18.7	14.63	0.263	ISP	BL-Lac	RBL	30



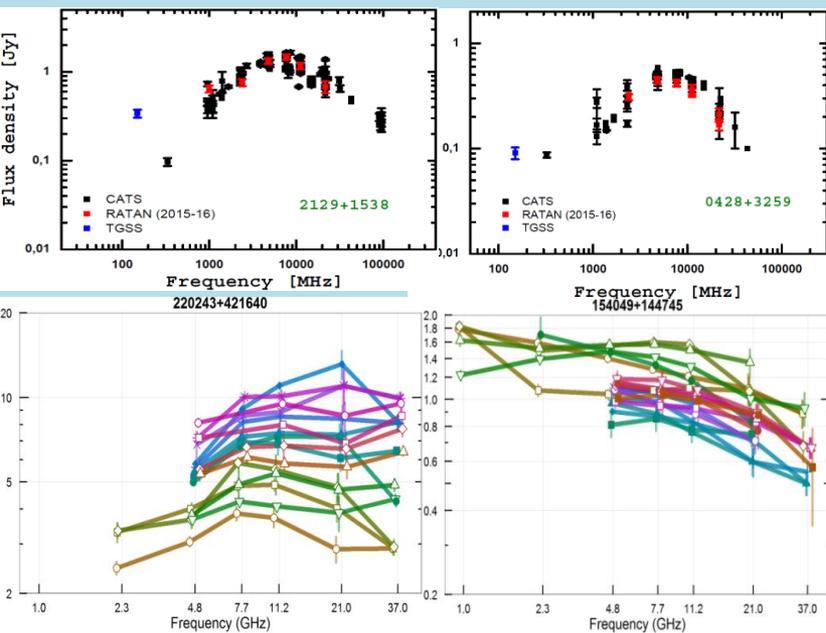
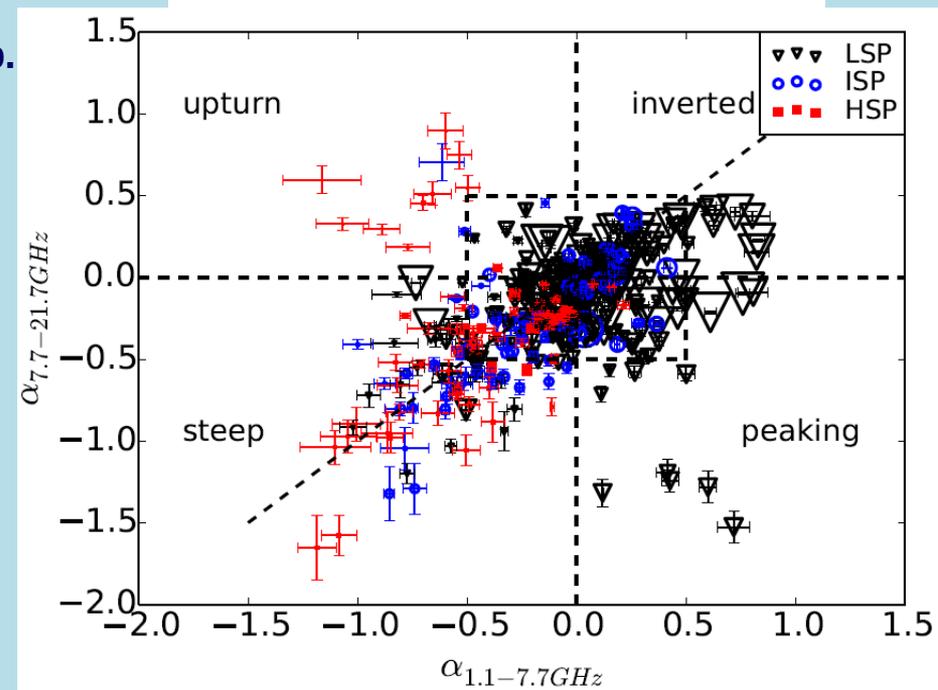
РАТАН-600 ($S > 100$ мЯн на 1.4 ГГц)





Class	N sources	α average	α median
1.1 – 7.7 GHz			
HSP	55	-0.61	-0.55
ISP	65	-0.28	-0.26
LSP	190	-0.05	-0.03
7.7 – 21.7 GHz			
HSP	85	-0.27	-0.30
ISP	154	-0.19	-0.16
LSP	668	-0.12	-0.10
7.7 – 37 GHz			
HSP	25	-0.15	-0.14
ISP	29	0.03	-0.01
LSP	265	0.01	0.02

U - blazar un. type, FSRQ - QSO RCloud flat radio sp.
G - BL Lac-galaxy dominated, BL - BL Lacertae



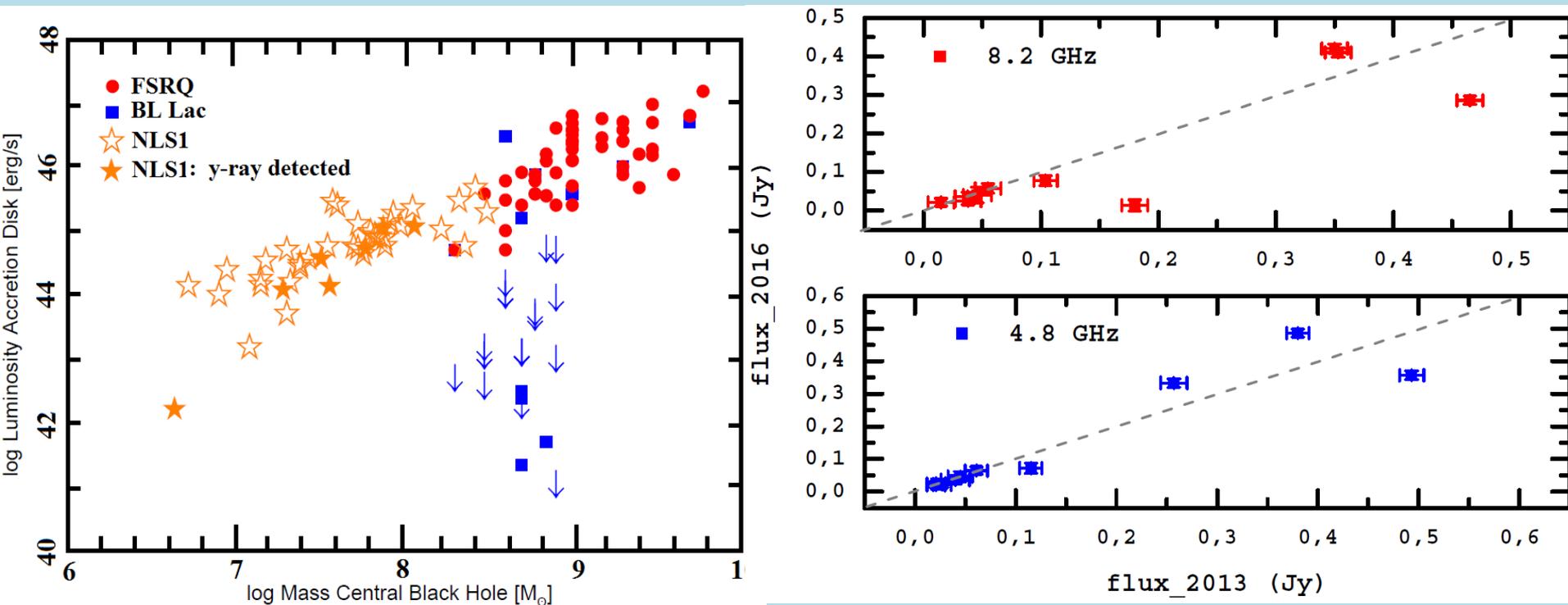
(Mingaliev et al., MNRAS submitted 2016)

Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies (NLS1)

Aalto University Metsahovi Radio Observatory

- Komossa (2006) – крутой спектр, подобно CSS (compact steep spectrum);
- Yuan (2008) - плоский спектр, подобно блазарам или “перевернутые” спектры (Dallacasa et al. 2000).

Обнаружение в гамма-лучах в 2008 г. (Abdo et al., 2009)



Быстрые изменения в микроволновом излучении АО 12497 до и после вспышки балла M1.0 (12.02.2016)

Event#	EName	Start	Stop	Peak	GOES Class	Derived Position
1	gev_20160212_1036	2016/02/12 10:36:00	10:53:00	10:47:00	M1.0	N11W14 (2497)

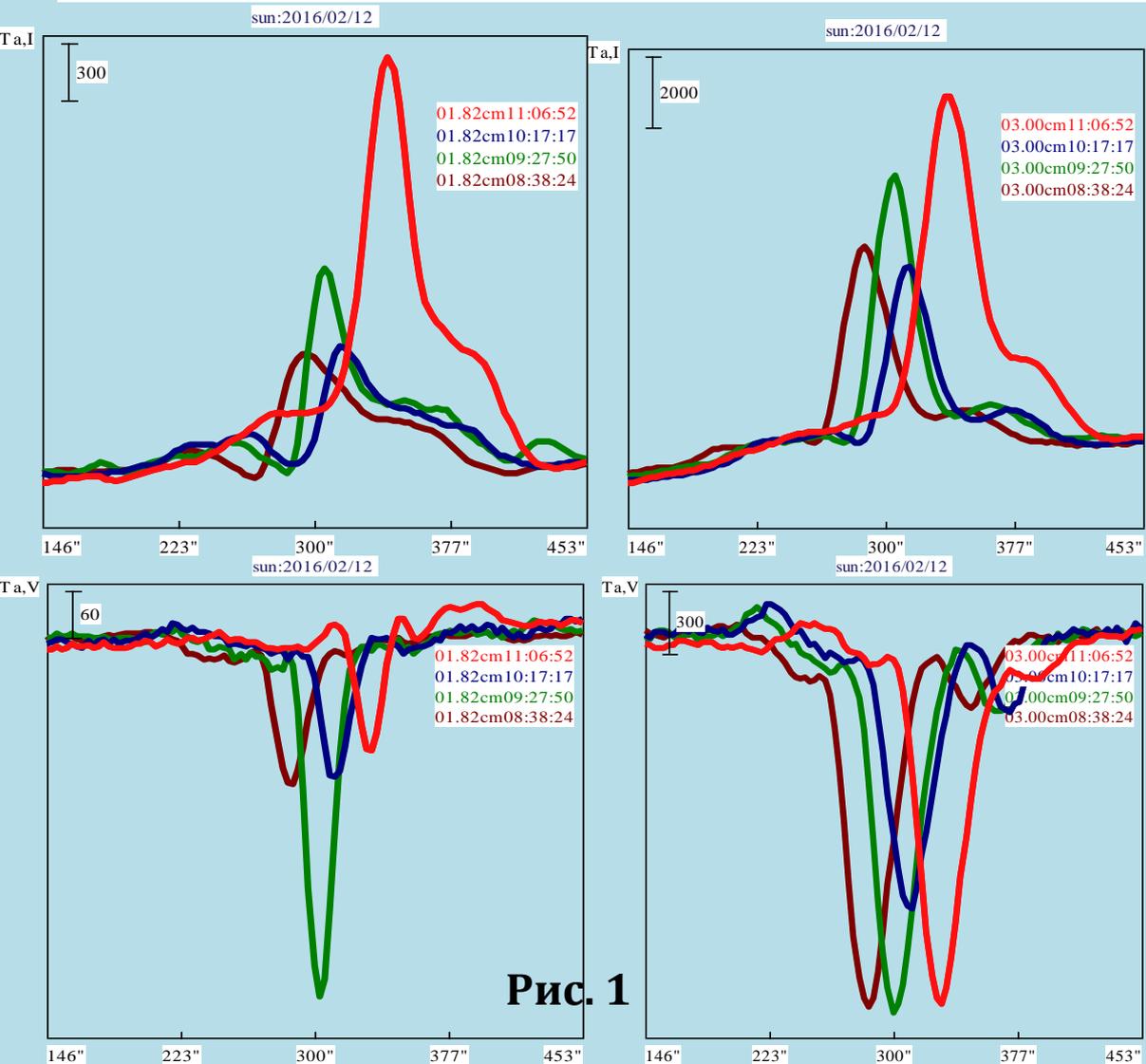


Рис. 1

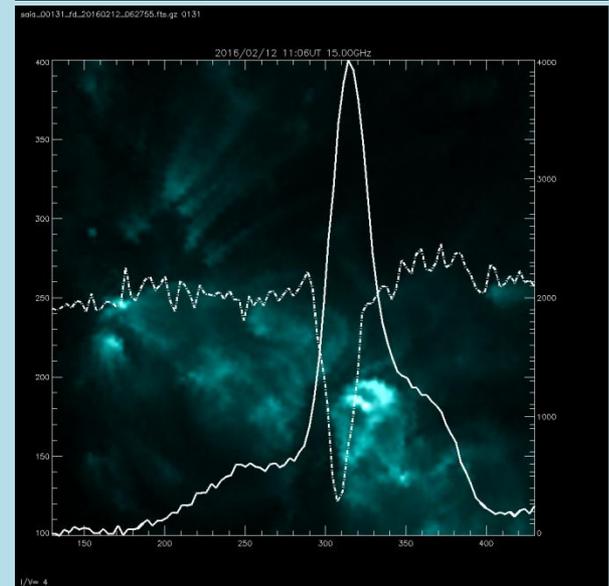
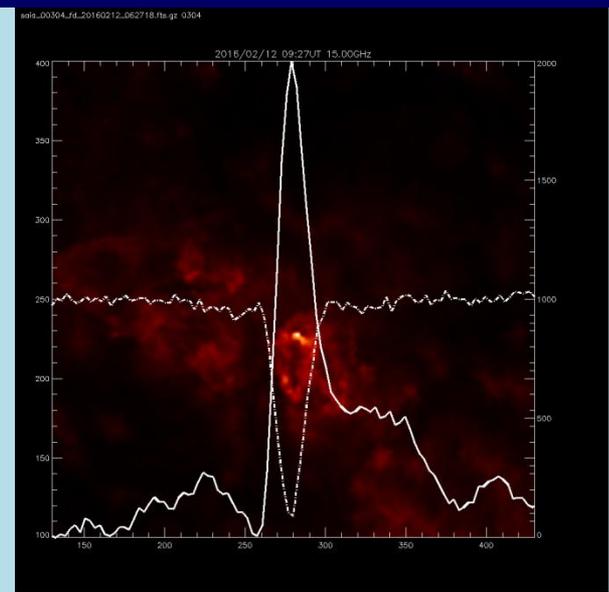
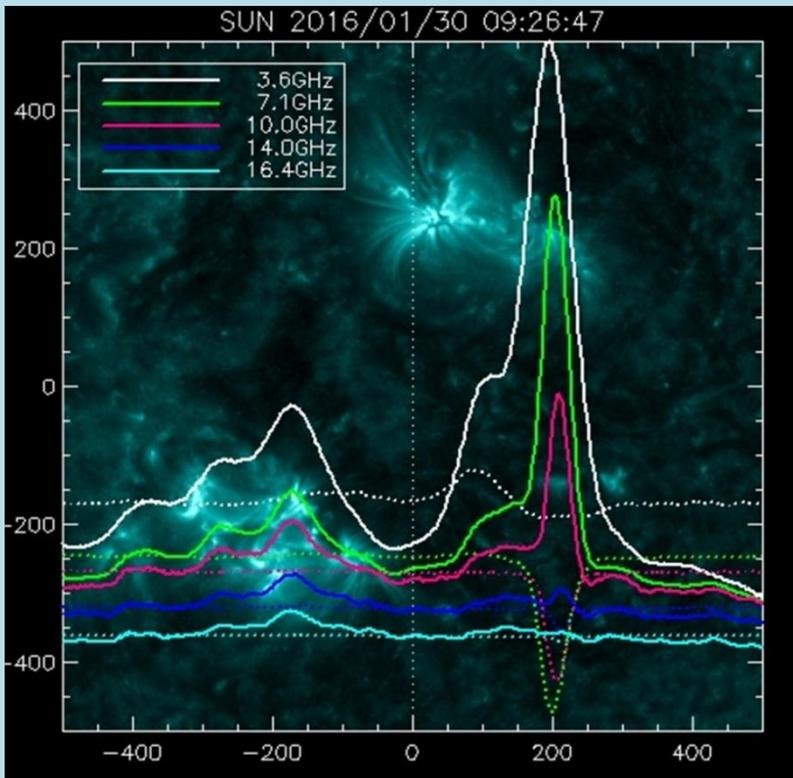
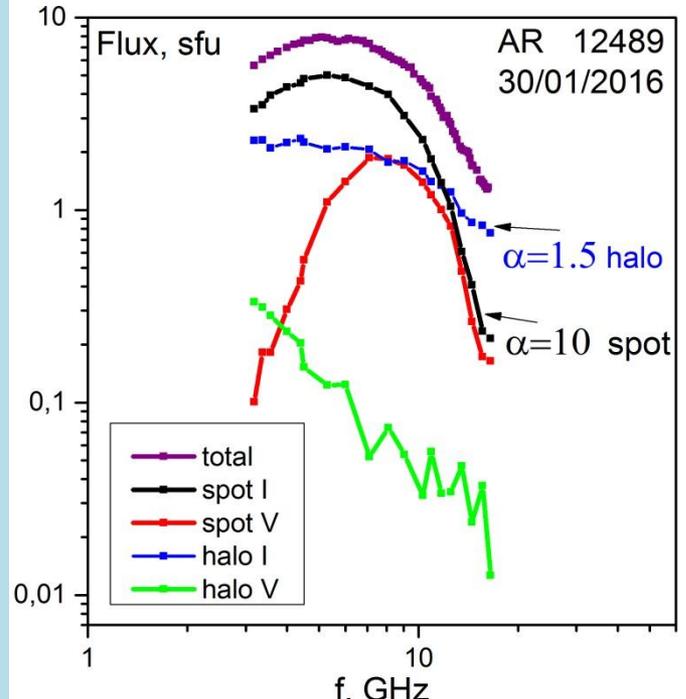
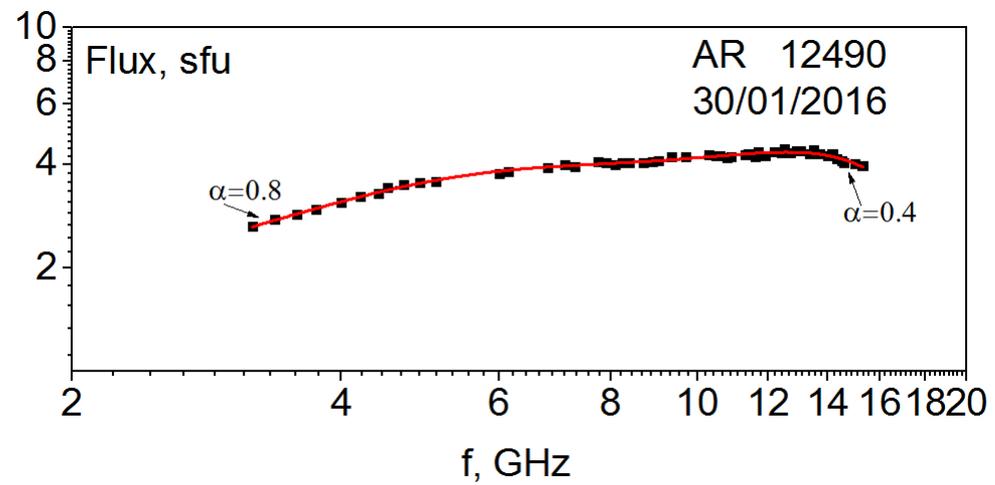
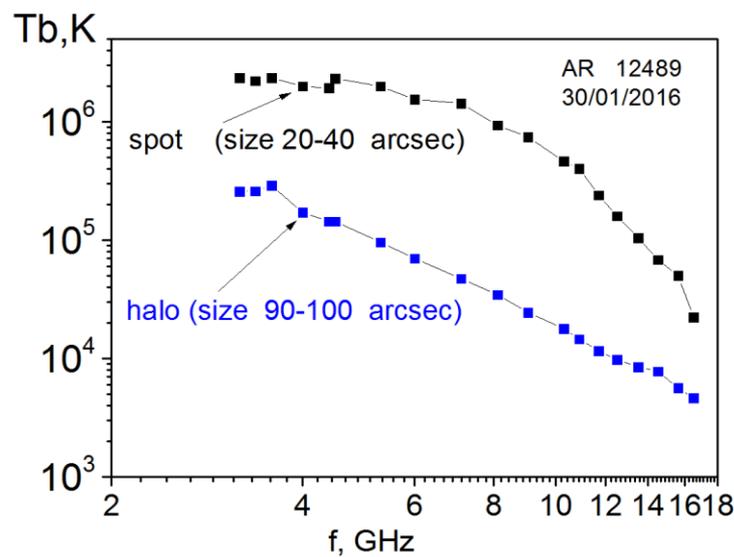


Рис. 2

Микроволновые наблюдения флоккулов и корональных аркад

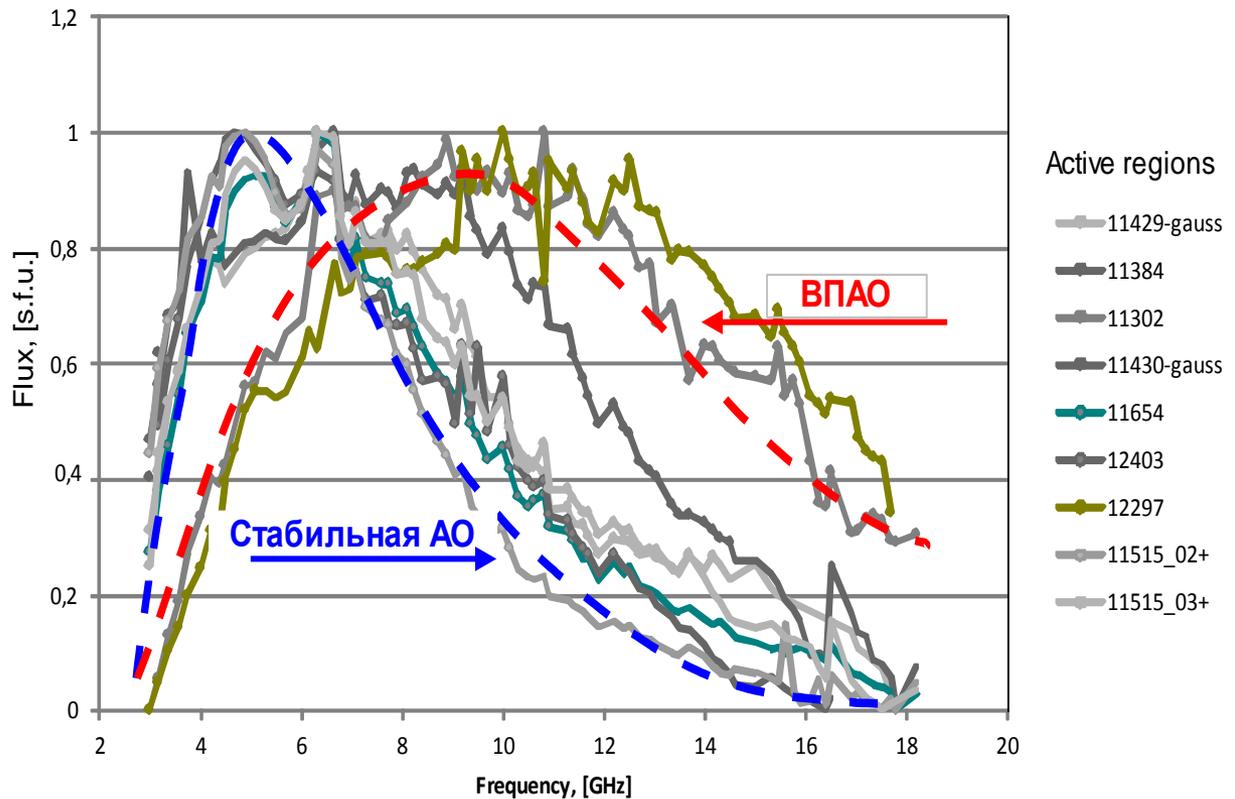


131 A,
 3.6 GHz
 7.1 GHz
 10.0 GHz
 14.0 GHz
 16.4 GHz



Прогноз вспышечной активности по критерию Танаки-Еноме

Normalized full fluxes, $F_{max} = 1$



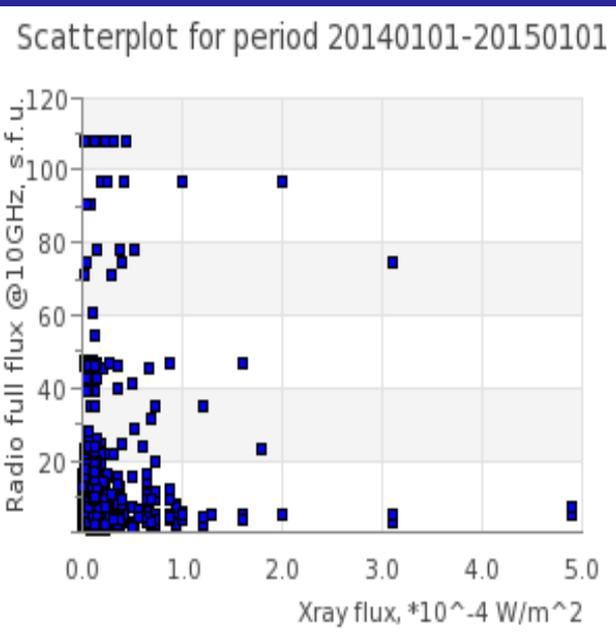
Спектр потока ВПАО
растет перед
вспышками на
коротких волнах

Нормализованные
спектры потока
излучения стабильных
активных областей
NOAA 11429, NOAA 11430,
NOAA 11515, NOAA 11654,
NOAA 12403 по
сравнению со
вспышечно-
продуктивными
NOAA 12297, NOAA 11302

Статистический анализ периода данных 01012014 -01012015

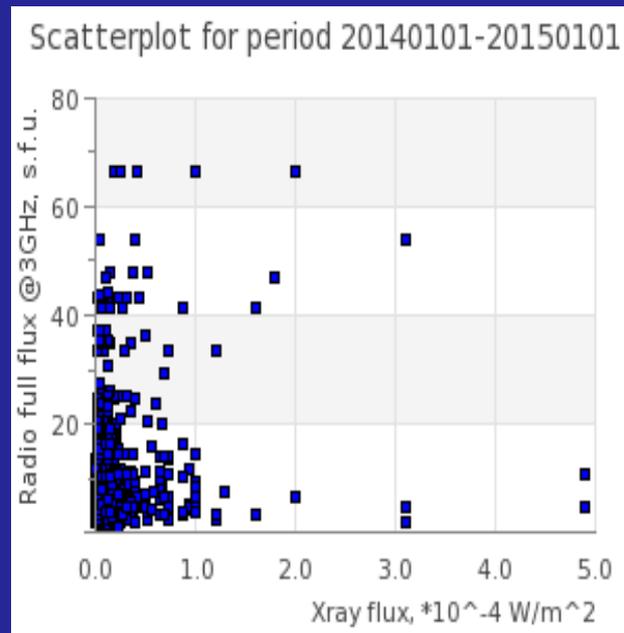
10 ГГц

Потоки R - X-ray



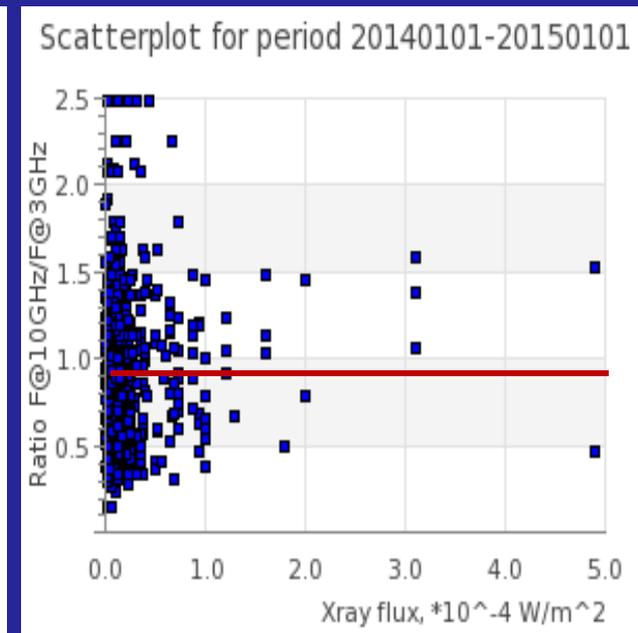
3 ГГц

Потоки R - X-ray



10/3 ГГц

Потоки R - X-ray



Результаты проверки эффективности критерия Т-Э True Skill Statistic (TSS) method

В период с 1 июня 2011 года по 27 января 2013 проанализировано 4677 наблюдений

ПРОГНОЗ для протонных событий

		1	0
Наблюдения	1	11	52
	0	214	4400

ПРОГНОЗ для вспышек классов М и Х

		1	0
Наблюдения	1	80	398
	0	145	4054

Индексы эффективности

События	ACC	TSS
Протонные события	94%	13,2%
Вспышки классов М и Х	88%	12,8%

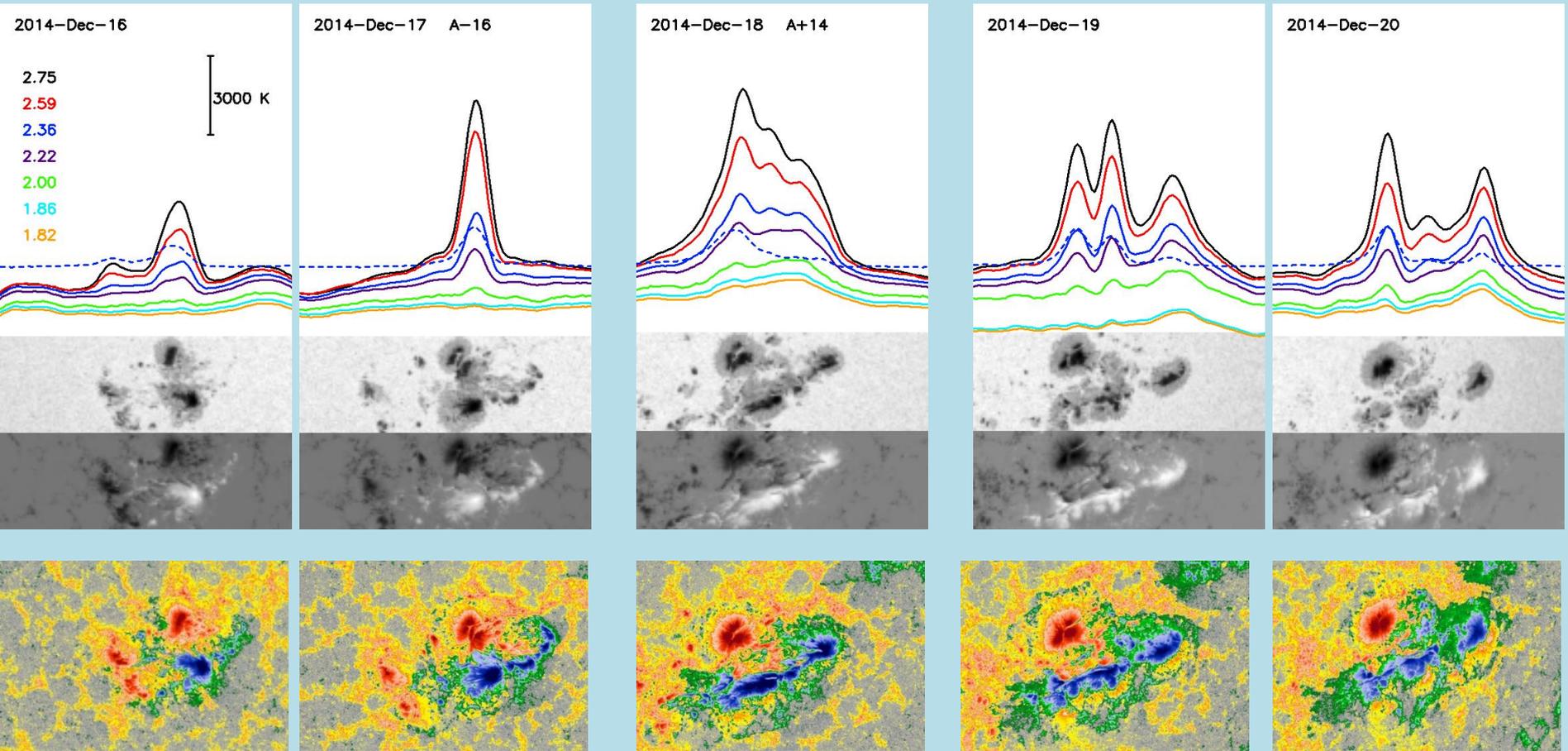
ACC отображает процент верных прогнозов

$$ACC = \frac{TP + TN}{TP + FN + FP + TN}$$

TSS имеет смысл разности оценок вероятностей верного (Probability of Detection) и ложного (Probability of False Detection) обнаружений соответственно.

$$TSS = \frac{TP}{TP + FN} - \frac{FP}{FP + TN}$$

Эволюция микроволнового излучения AO12242 перед вспышкой X1.8 (ГАО РАН, ГАС ГАО РАН)



Эволюция градиента магнитного поля в АО



За два дня до вспышки X1.8 (20 декабря в 00:28 UT) развивается микроволновый источник над областью с максимальным градиентом магнитного поля на фотосфере

Планы

- ❖ Разработка нового программного обеспечения по подготовке и проведению наблюдений: расчет антенны с новыми элементами/режимами, реализация сокращения времени на установку антенны за счет улучшения ее динамических характеристик (определение кинематических поправок новым методом).
- ❖ Измерение и исправление отражающей поверхности отдельных элементов главного и вторичных зеркал.
- ❖ Внедрение модульного варианта радиометров 6 и 1.38 см (вторичные зеркала 1 и 2). Мониторинг помеховой обстановки, ввод в штатную эксплуатацию радиометров на 25 и 13 см.
- ❖ Увеличение точности позиционирования вторичных зеркал.
- ❖ Архивизация наблюдательных данных и организация к ним доступа; сопровождение и поддержка баз данных <http://www.spbf.sao.ru/prognoz/>, <http://www.sao.ru/blcat/>.

