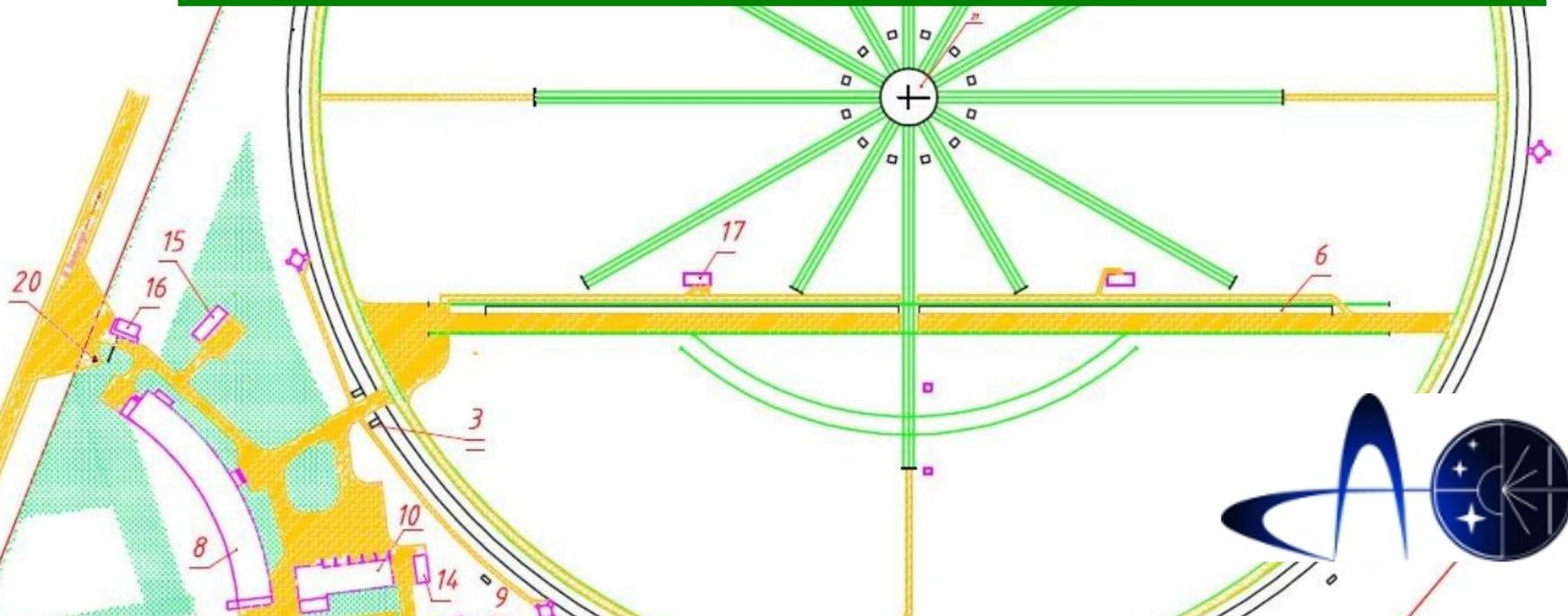


# РАТАН-600 (2017-2 г.)

Отчет по работе радиотелескопа РАТАН-600



Сотникова Ю.В.,  
заместитель директора САО РАН по научной работе

# Наблюдательные программы 2017 (18)

## Наблюдения в континууме

**I. Галактические объекты, 1 программа:**  
Мониторинг микроквazarов.

**II. Внегалактические объекты: 6 программ:**

1. Исследование переменности блазаров на масштабах времени от нескольких дней до нескольких недель.
2. Исследование радиосвойств далеких квазаров.
3. Исследование ядер активных галактик с помощью РАТАН-600 и наземно-космического интерферометра РадиоАстрон.
4. Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies.
5. Исследование радиосвойств блазаров каталога BZCAT.

-----Резерв директора-----

Квазиодновременные наблюдения компактных внегалактических объектов для взаимной привязки Северного Южного сектора с Плоским отражателем.

## Солнце

**III. Радиоизлучение Солнца: 7 программ.**

1. Исследование радиоизлучения переходной области между S и B компонентами на Солнце.
2. Structure and evolution of solar active regions.
3. Динамика микроволнового излучения и магнитографических характеристик активных областей на Солнце перед большими вспышками.
4. Изучение физических условий в нижней короне Солнца.
5. Исследование сверхслабой солнечной активности на микроволнах.
6. Совместные исследования магнитосфер активных областей на ГАС ГАО и РАТАН-600 (ГАС ГАО РАН).
7. Мониторинг солнечной активности в 24 цикле.
8. Исследование вклада нетеплового излучения стабильных активных областей на Солнце по микроволновым наблюдениям (НАО Китайской академии наук).

**IV. Аппаратурно-методические, измерительные.**

1. Испытания антенной системы Ю+П в режиме сопровождения (САО РАН). Вторичные зеркала №2, 3.

# Наблюдения в 2017 г.

## Континуум (1-30 ГГц, вторичные зеркала №1 и №2)

• Запланировано: 50444 наблюдений

• Потери: 5147 (10,1 %)

➤ Погода 4443 (8.8 %)

➤ Аппаратура (приемная) 70 (0.1 %)

➤ Антенна 314 (0.6%)

➤ Прочее 320 (0.6%)

## Солнечный комплекс (3-18 ГГц, вторичное зеркало №3)

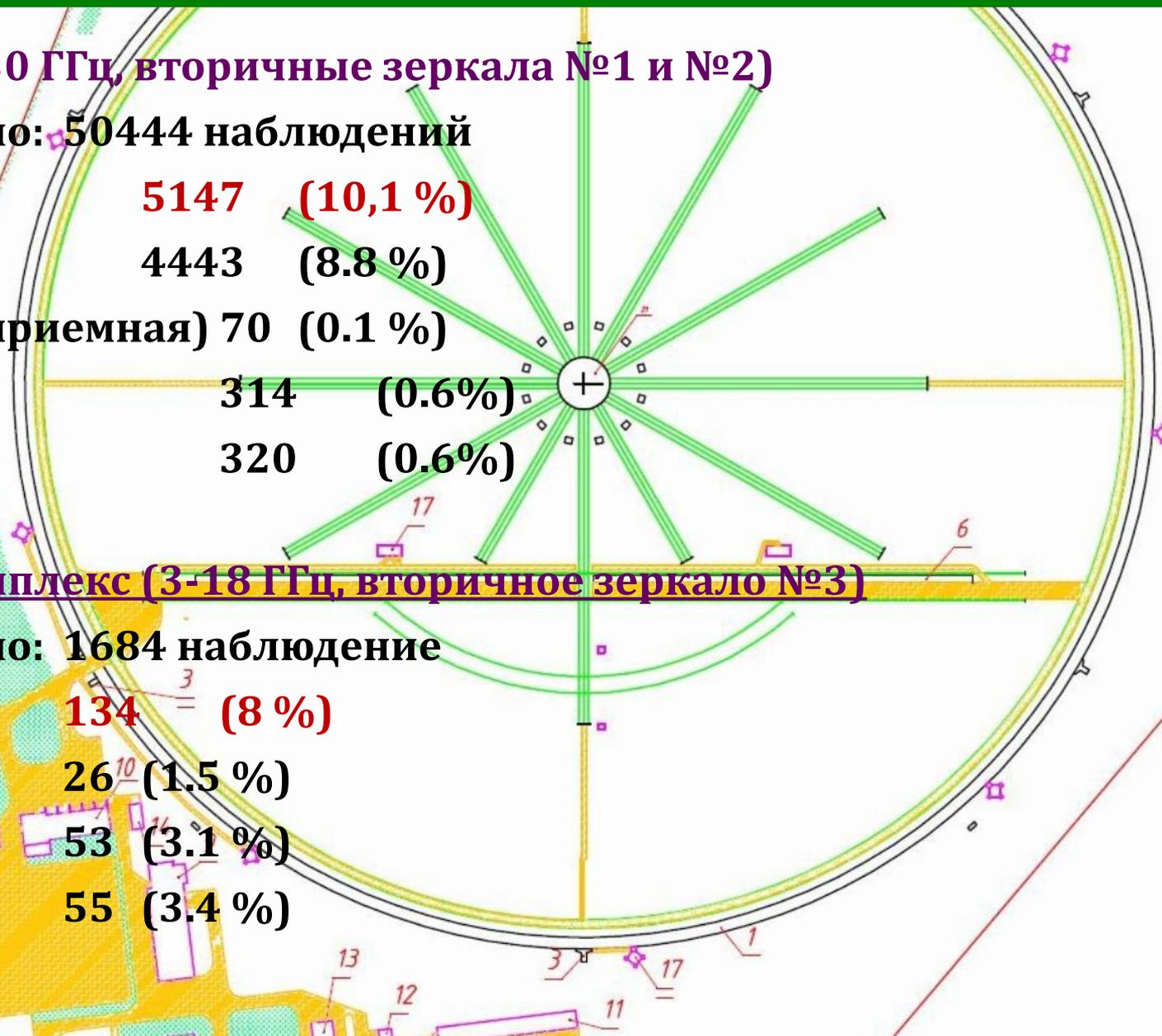
• Запланировано: 1684 наблюдение

• Потери: 134 (8 %)

➤ Погода 26 (1.5 %)

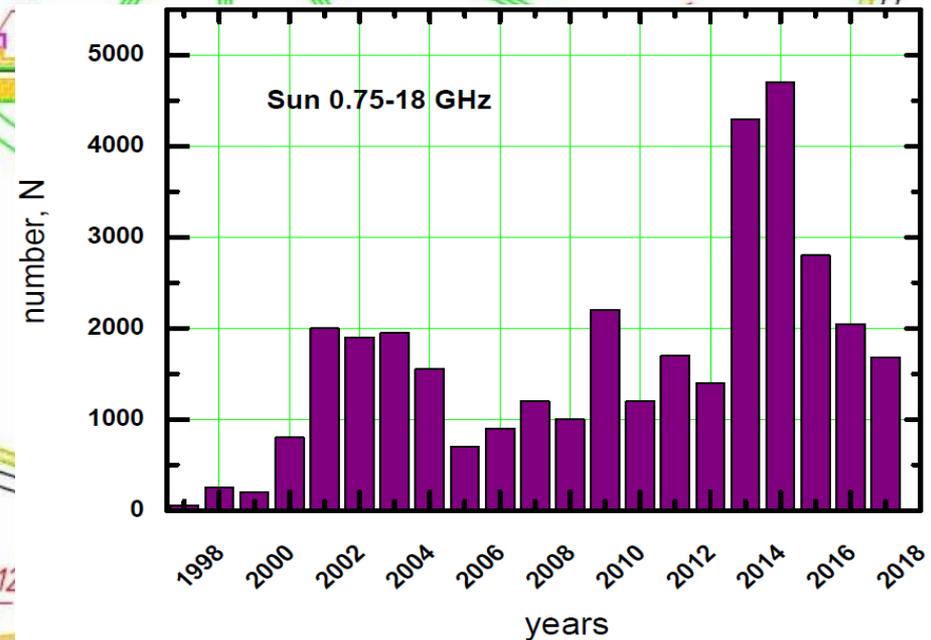
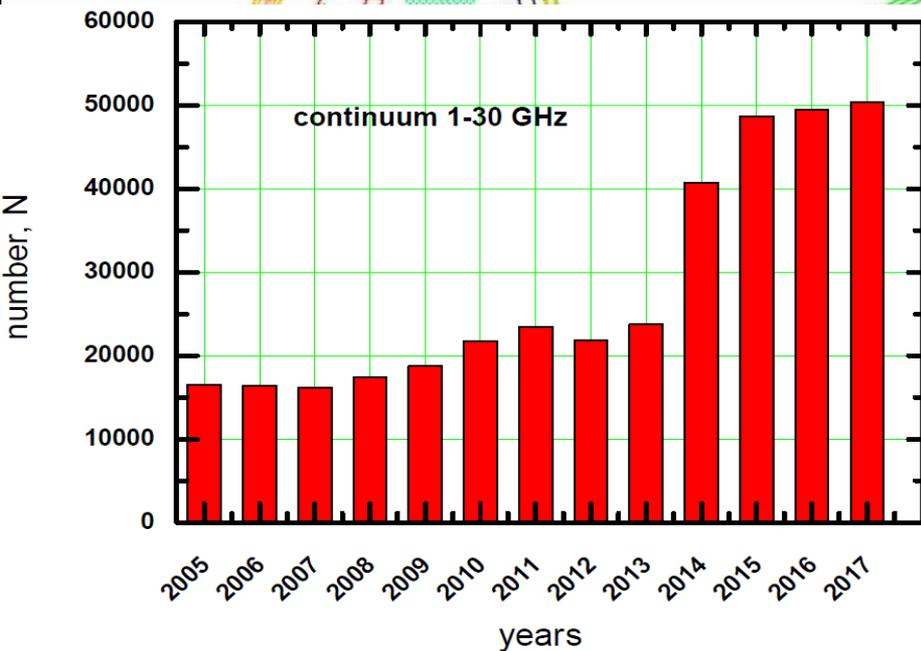
➤ Аппаратура 53 (3.1 %)

➤ Прочее 55 (3.4 %)



# Загрузка РАТАН-600

год	Максимально возможное время работы, часы	Фактическое время работы телескопа, часы		загрузка телескопа (k)	в интересах третьих лиц (k)
		всего	сторонние пользователи		
2014	8784	8022	4600	91%	57%
2015	8760	8054	4228	92%	52%
2016	8784	7992	5415	91%	68%
2017	8231 (529 тех)	7973	5230	97%	66%



# СЭК РАТАН-600: ремонт механики Плоского отражателя (50 элементов), весна-осень 2017 г.



1. **Замена:** подшипников, бронзовой гайки, в планетарных и конических редукторах - шестерни, сальников, троса, блочков.
2. **Восстановление** ячейки посадки подшипников, деформированных вилок кардана.
3. Полная **переборка** механизмов.
4. **Калибровка** угломестных винтов (Zharov, [2017AstBu..72..480Z](#)), **юстировка** элементов, определение планового положения Плоского отражателя.

# СЭК РАТАН-600: ввод в эксплуатацию Западного сектора (220 элементов) и Облучателя №5 (лето-осень 2017 г.)

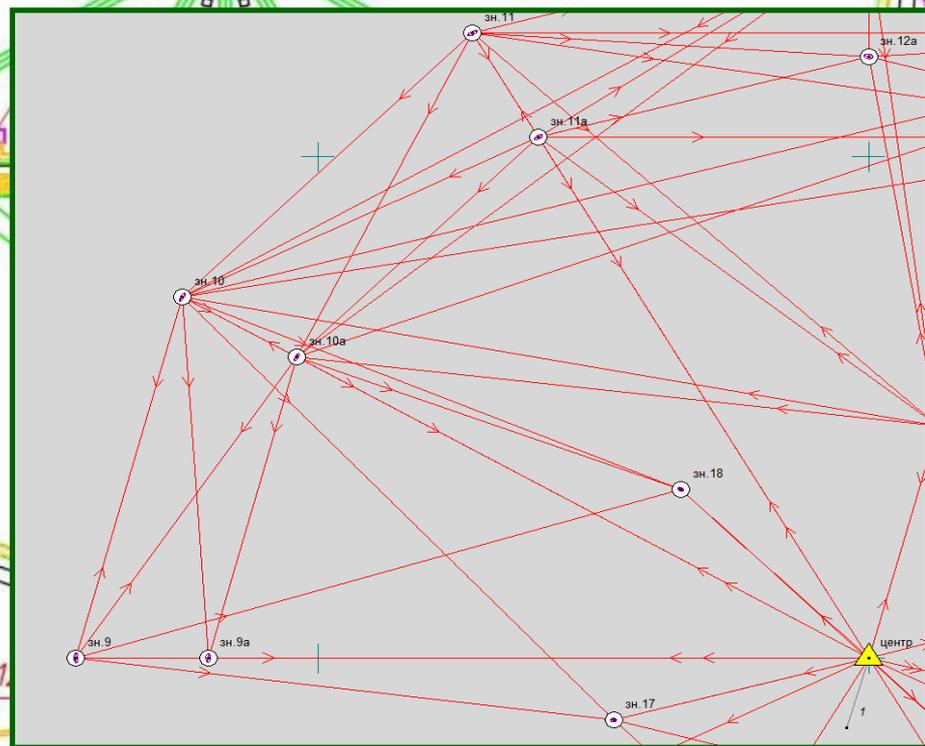
1. **Переборка и промывка редуктора** облучателя №5 со сменой смазки в картере и подшипниках.
2. **Монтаж, подгонка и наладка** механической части привода Обл. №5, пусконаладочные работы.
3. **Изготовление рупоров, волноводов** и сопутствующих деталей для установки и сочленения облучателя № 5 (новый радиометр диапазона 6 см).
4. **Разработка, изготовление и установка** реперных знаков на 'Западном пути'.
5. **Подготовка механических узлов элементов** западного сектора к эксплуатации, включая ремонт приводов, механизмов контргрузов, смазку кинематических точек.

# Группа антенных измерений: ввод в эксплуатацию Западного сектора (лето-осень 2017 г.)

1. Измерение и вычисление наклона поверхности Облучателя №5 для определения поправки к фокусу. Измерение плановой сети радиотелескопа для юстировки западного сектора.
2. Юстировка Западного сектора (АК). Геодезическая юстировка отдельных групп Южного сектора.



Измерения плановой сети радиотелескопа для проведения юстировки Западного сектора.



# Измерения/исправления отражающей поверхности отдельных элементов ГЗ

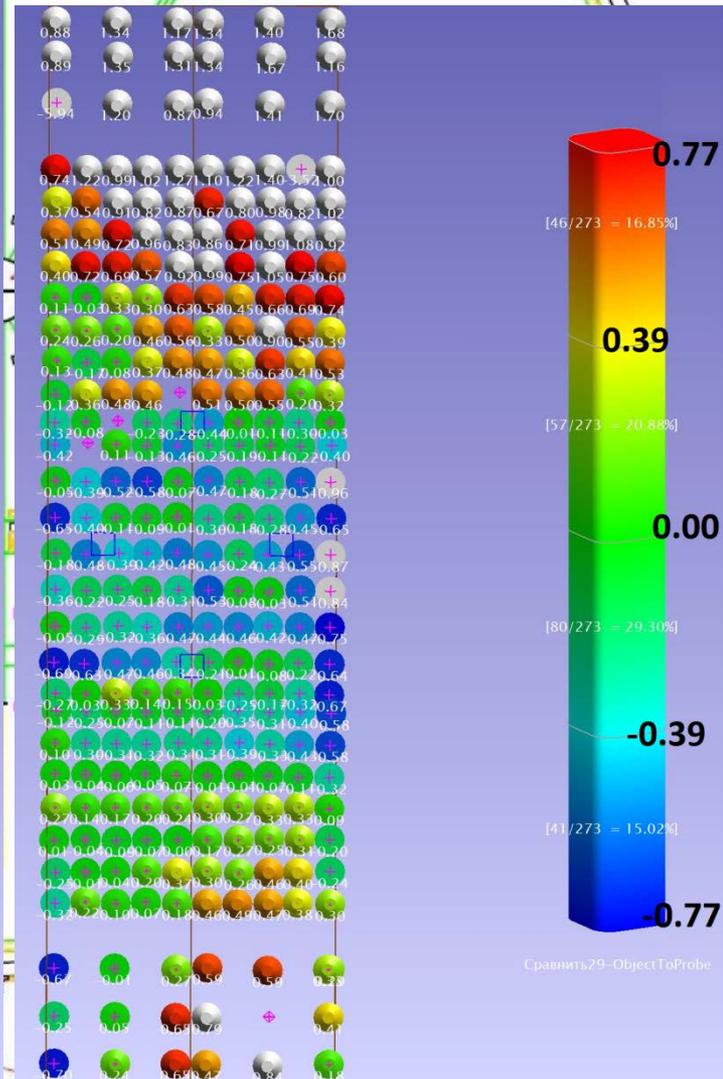
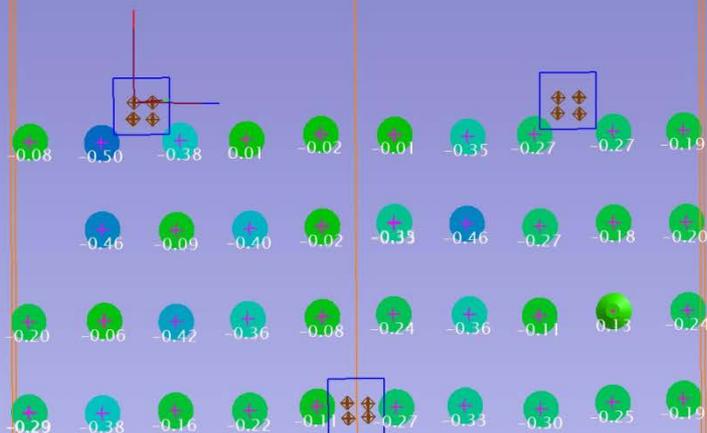
№156, СКО=0.71 мм;  
после корректировки  
СКО=0.22-0.27 мм

Сводка всех векторов: Группа векторов  
A::Сравнить9-ObjectToProbe

Статистич.	dY	MagY
Мин	-0.13	-0.50
Макс	0.50	0.13
Средн.	0.23	-0.23
StdDev from Avg	0.15	0.15
StdDev from Zero	0.28	0.28
СКО	0.27	0.27
Зона допуска		-0.76 0.76
В доп.	41 (100.0%)	
Вне доп	0 (0.0%)	
Кол-во	41	

Сводка всех векторов: Группа векторов  
A::Сравнить10-ObjectToProbe

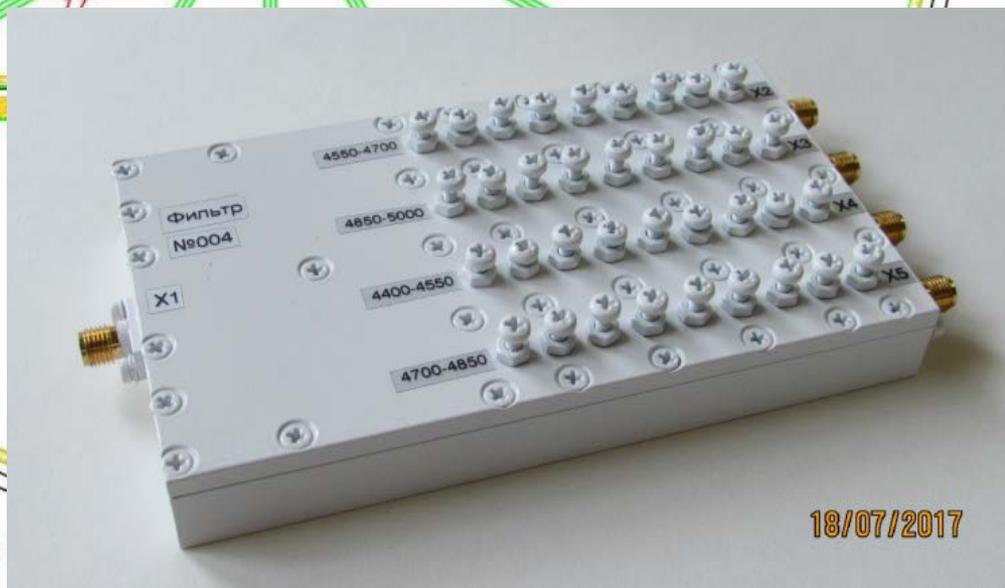
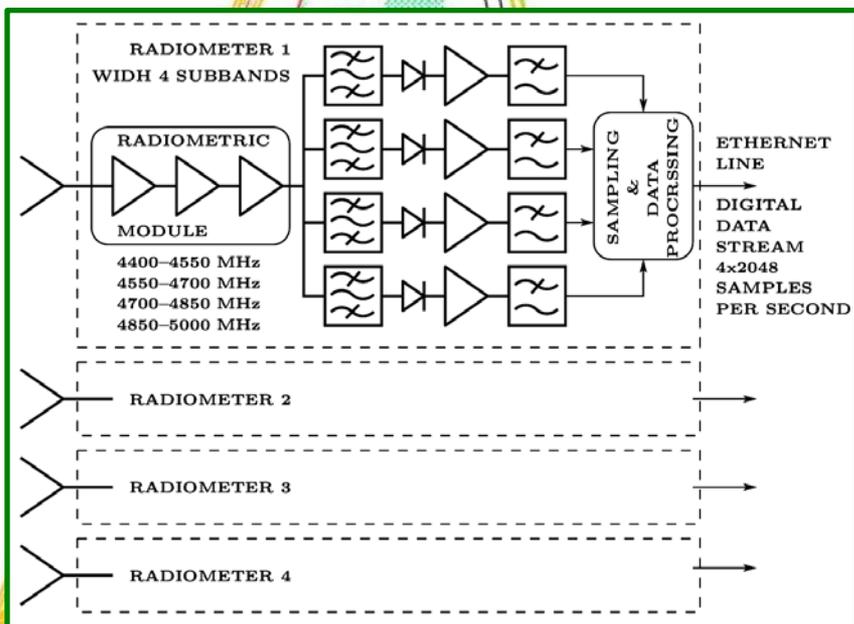
Статистич.	dY	MagY
Мин	-0.13	-0.38
Макс	0.38	0.13
Средн.	0.18	-0.18
StdDev from Avg	0.12	0.12
StdDev from Zero	0.22	0.22
СКО	0.22	0.22
Зона допуска		-0.76 0.76
В доп.	31 (100.0%)	
Вне доп	0 (0.0%)	
Кол-во	31	



Сравнить29-ObjectToProbe

# Задачи поиска быстрых радиовсплесков (FRB)

Облучатель №5, Западный сектор Р-600, радиометр бсм. С начала сентября 2017 г. ведется круглосуточный обзор неба по поиску FRB-событий (реализован быстрый сбор).



## Параметры широкополосных радиометров вторичного зеркала №1

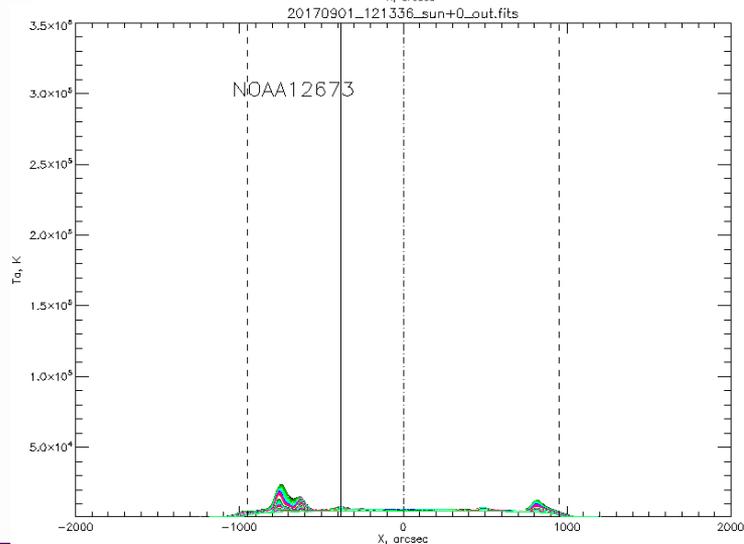
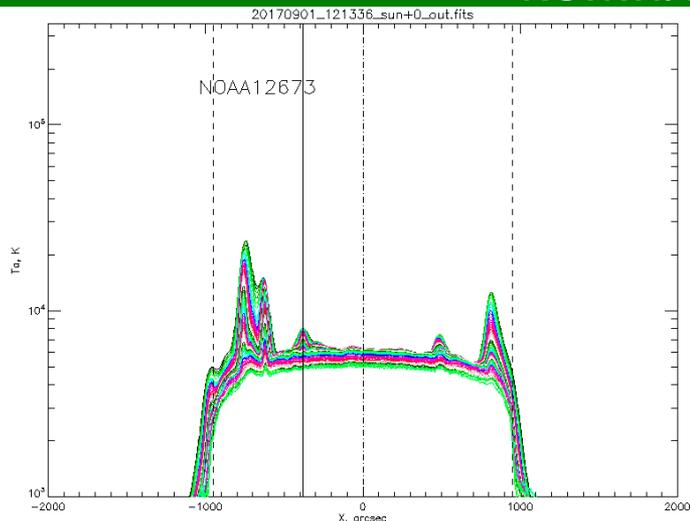
$f_0$ (GHz)	$\Delta f_0$ (GHz)	$\Delta F$ (mJy/beam)	HPBW <sub>x</sub> sec	AR arcsec
21.7	2.5	70	1.0	11
11.2	1.4	20	1.4	16
8.2	1.0	25	2.0	22
4.8	0.6	8	3.2	36
<b>2.25</b>	<b>0.08</b>	<b>39</b>	<b>7.2</b>	<b>80</b>
<b>1.28</b>	<b>0.06</b>	<b>175</b>	<b>15.4</b>	<b>170</b>

## Параметры широкополосных радиометров вторичного зеркала №2

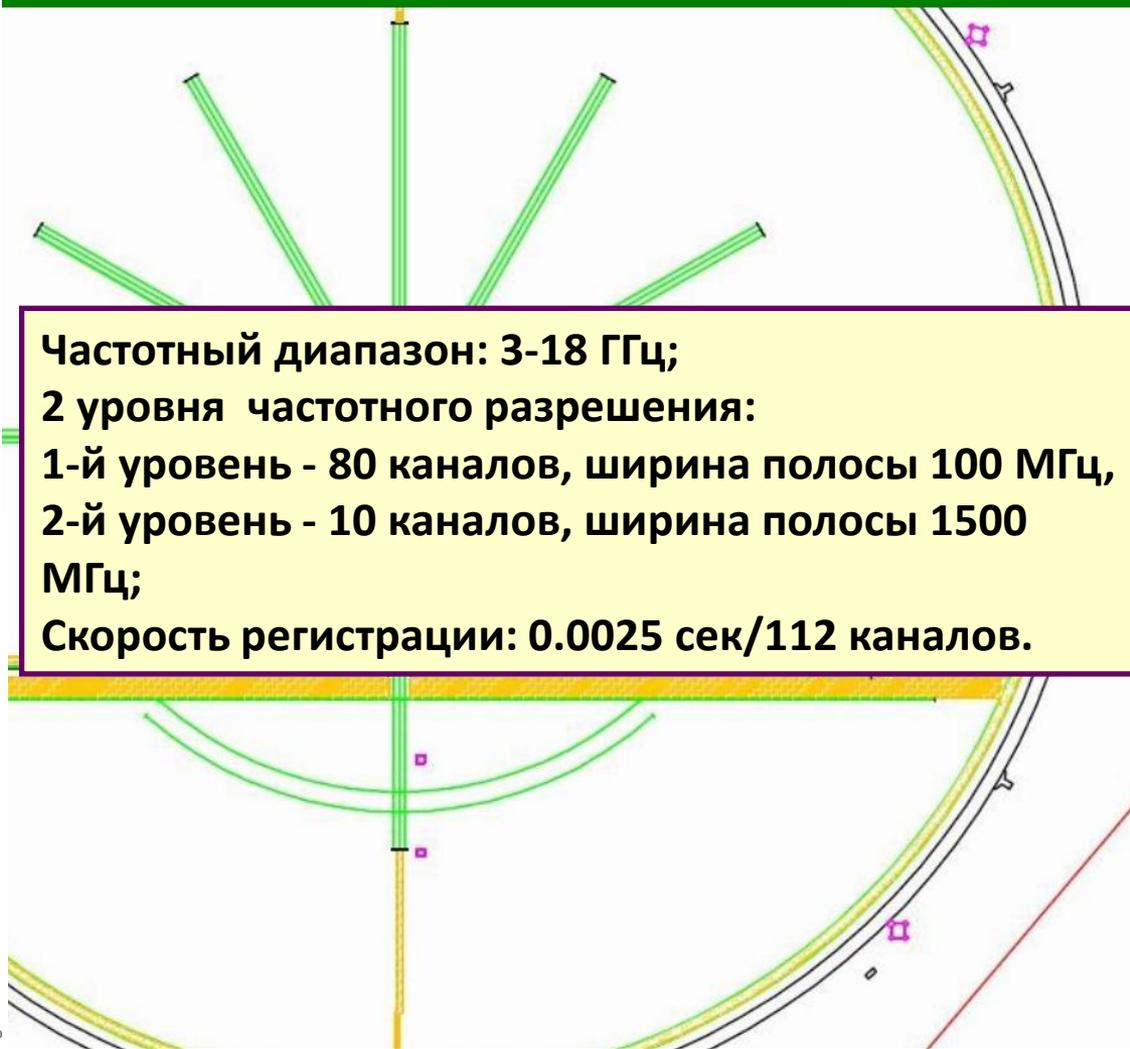
$f_0$ (GHz)	$\Delta f_0$ (GHz)	$\Delta F$ (mJy/beam)	HPBW <sub>x</sub> сек	AR arcsec
21.7	2.5	88	1.5	16.5
11.2	1.0	20	2.0	25
4.8	0.6	11	4.8	50
2.25*	0.08	80	11	121

\* - тестовый режим

# Штатная работа солнечного спектрально-поляризационного комплекса ССПК с 2017 г.



Частотный диапазон: 3-18 ГГц;  
2 уровня частотного разрешения:  
1-й уровень - 80 каналов, ширина полосы 100 МГц,  
2-й уровень - 10 каналов, ширина полосы 1500 МГц;  
Скорость регистрации: 0.0025 сек/112 каналов.



Большой динамический диапазон ССПК позволяет с высоким пространственным и частотным разрешением одновременно детектировать и слабые и яркие события в атмосфере Солнца.

# Наблюдения Солнца в режиме сопровождения и быстрого сканирования

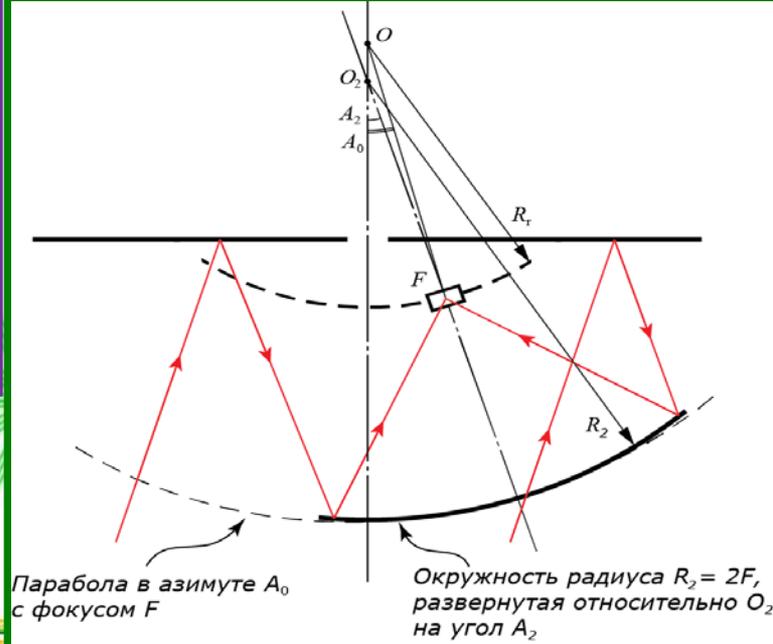
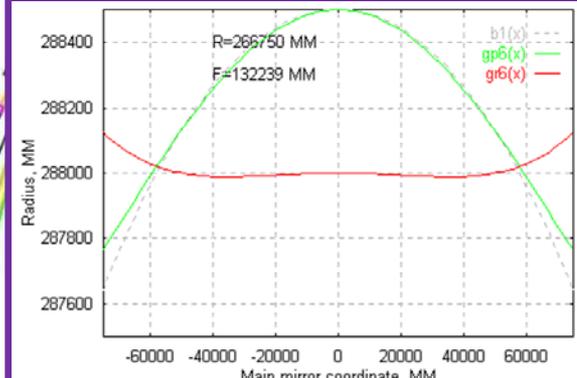
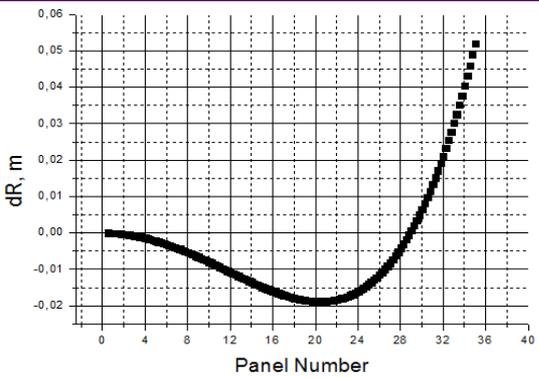
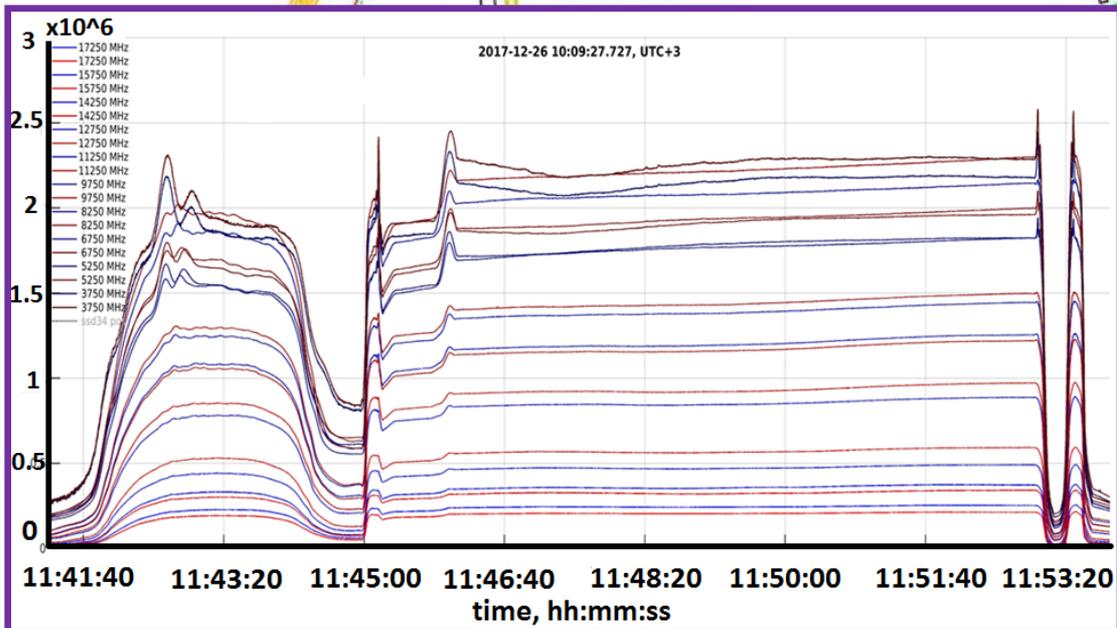
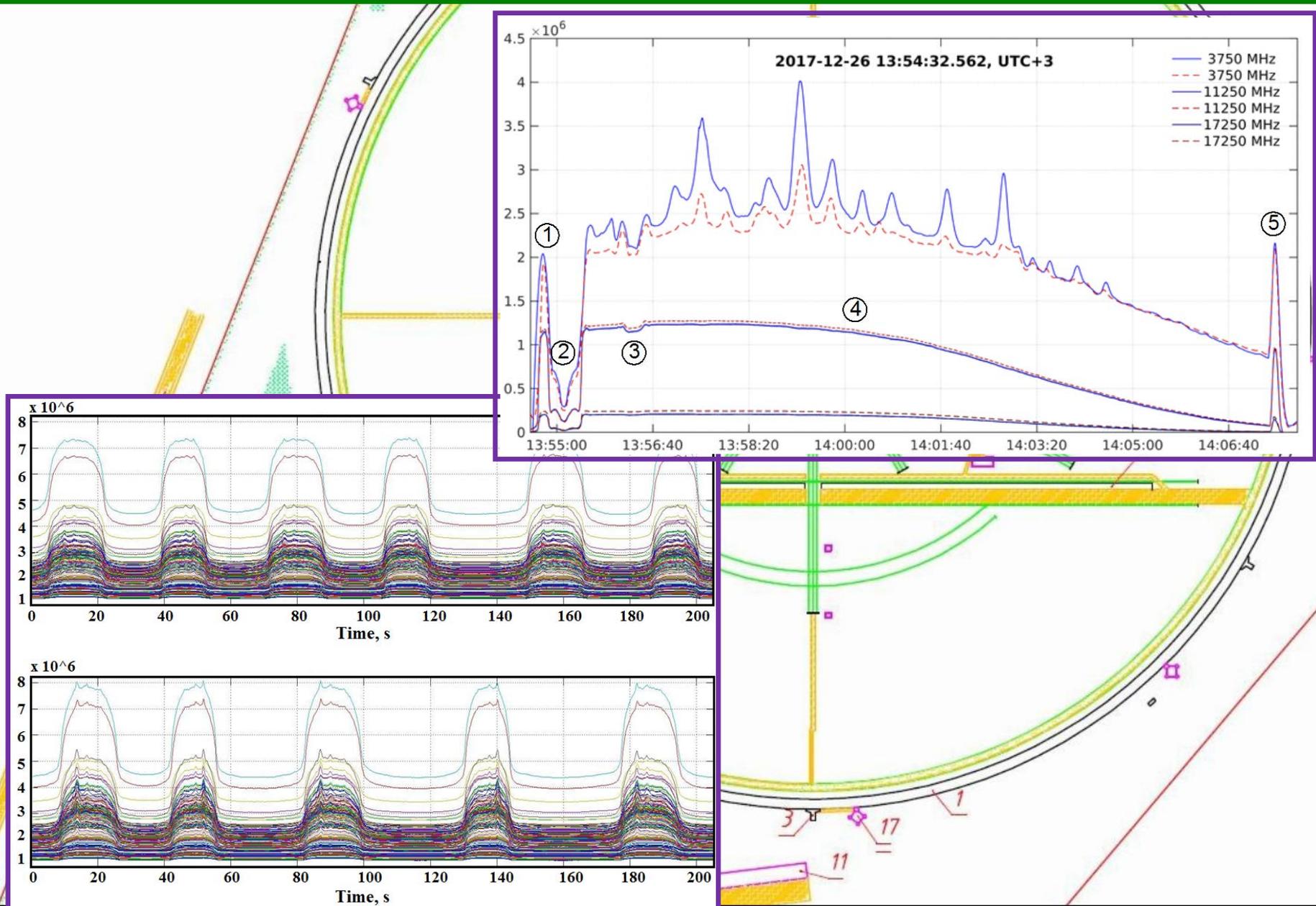


Схема: режим быстрого сканирования с сокращенной апертурой

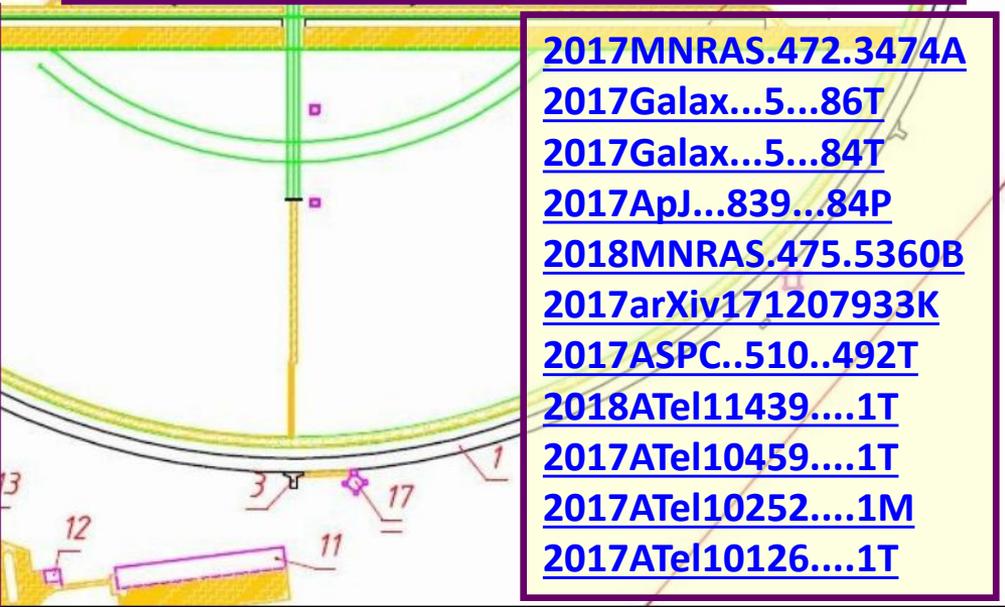
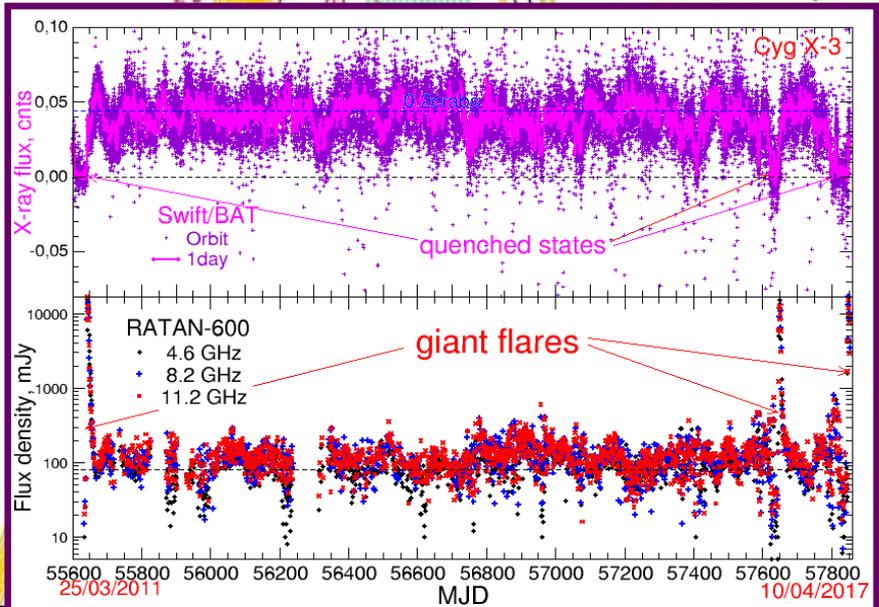
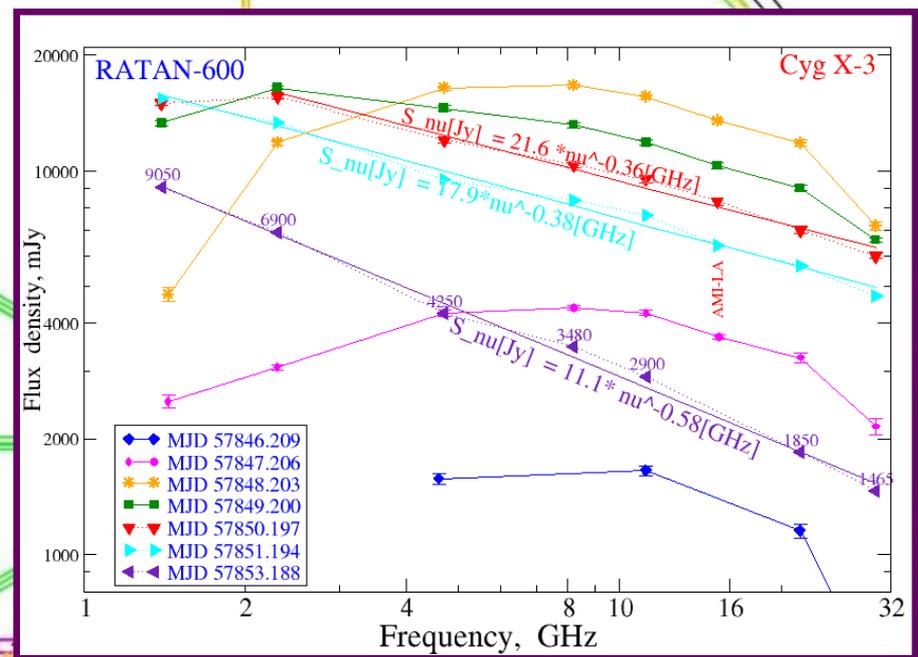
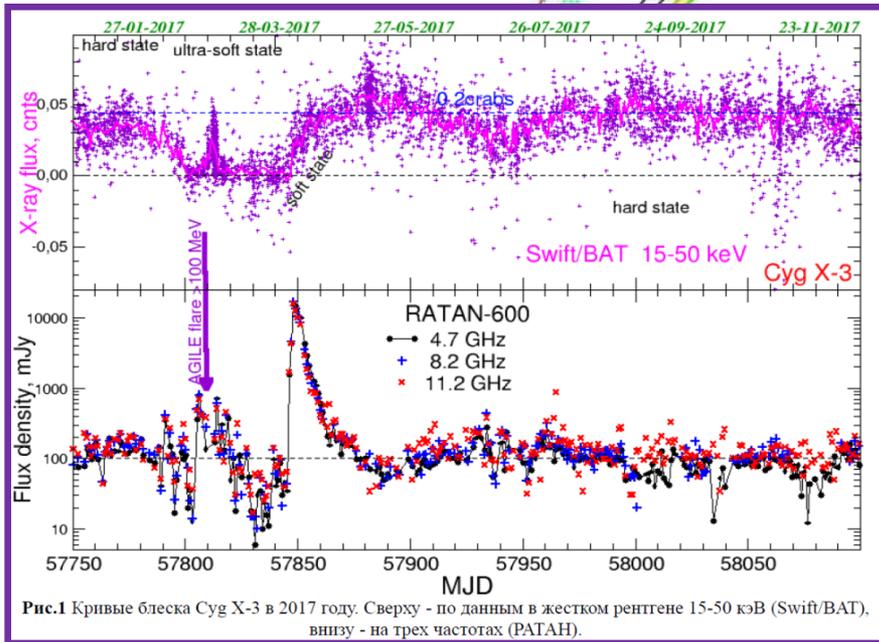


Вид Солнца в азимуте в режиме прохождения с сокращенной апертурой (слева) и в режиме сопровождения АО-области (справа)

# Освоение режима быстрого сканирования/сопровождения Солнца

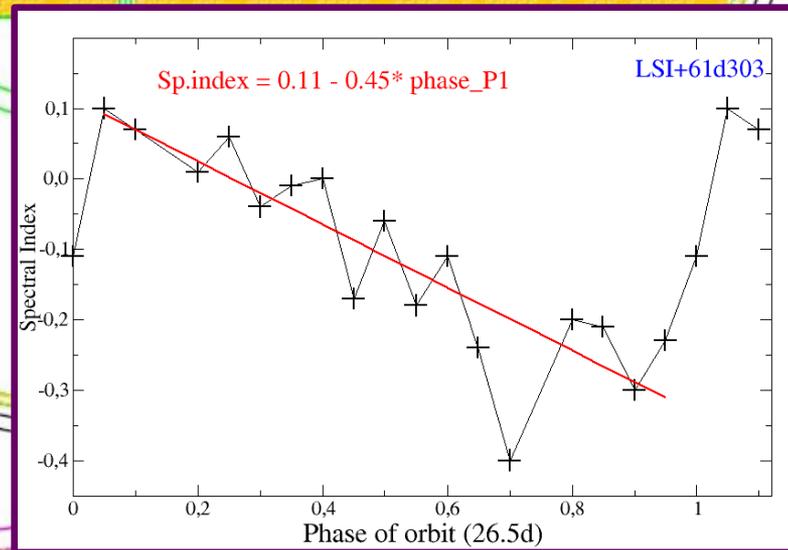
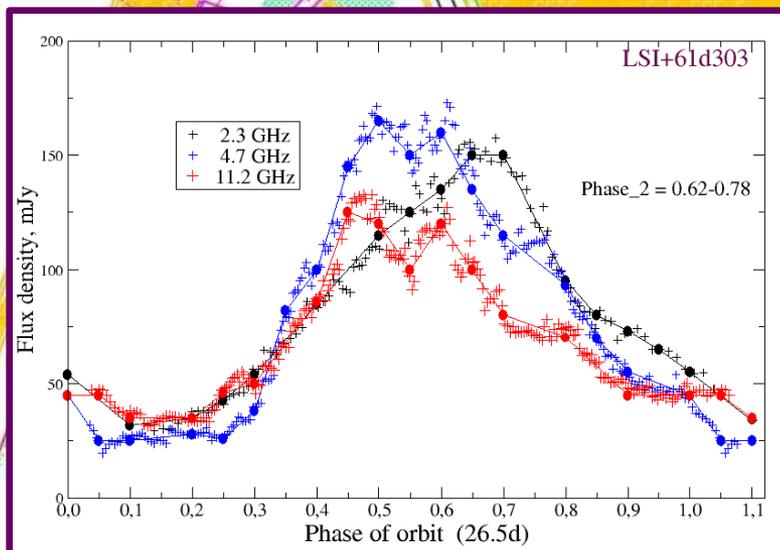
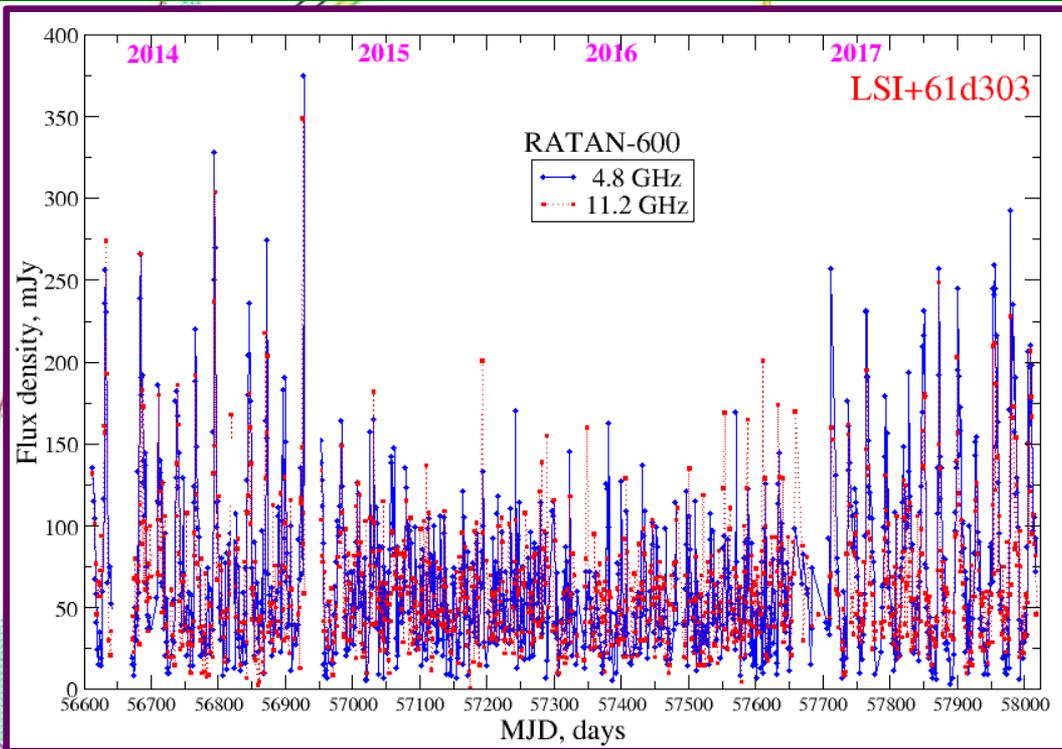


# Мониторинг микровазаров – рентгеновских двойных систем с релятивистскими струйными выбросами

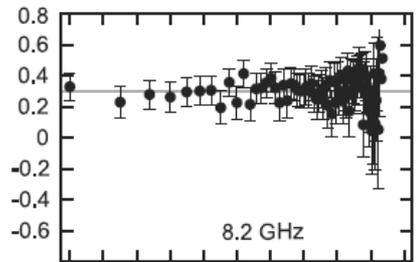
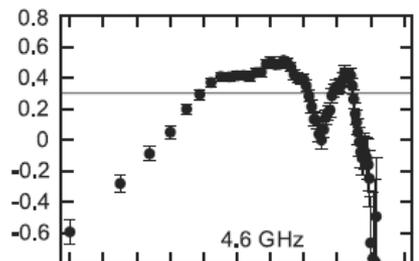
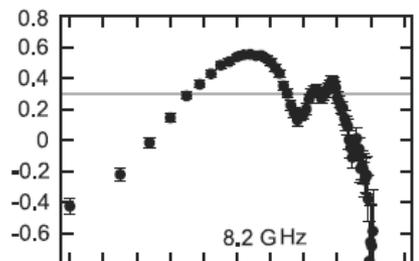
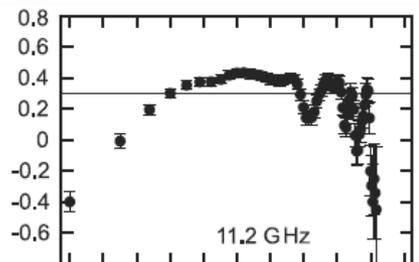


- [2017MNRAS.472.3474A](#)
- [2017Galax...5...86T](#)
- [2017Galax...5...84T](#)
- [2017ApJ...839...84P](#)
- [2018MNRAS.475.5360B](#)
- [2017arXiv171207933K](#)
- [2017ASPC..510..492T](#)
- [2018ATel11439....1T](#)
- [2017ATel10459....1T](#)
- [2017ATel10252....1M](#)
- [2017ATel10126....1T](#)

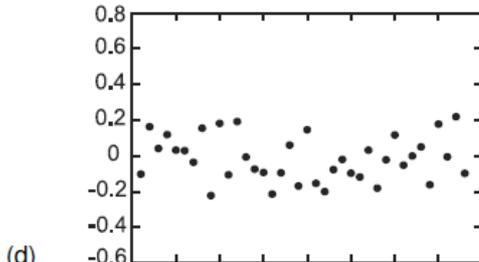
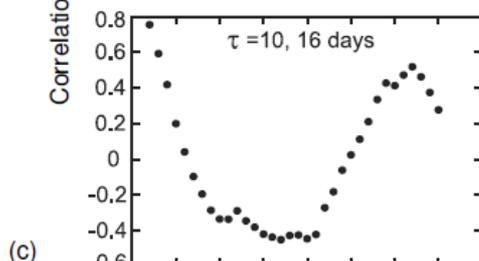
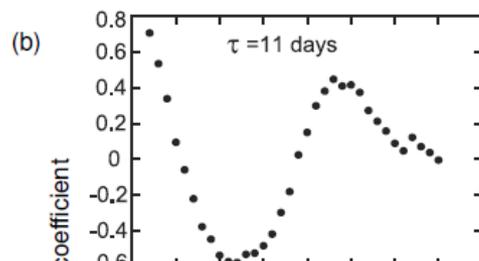
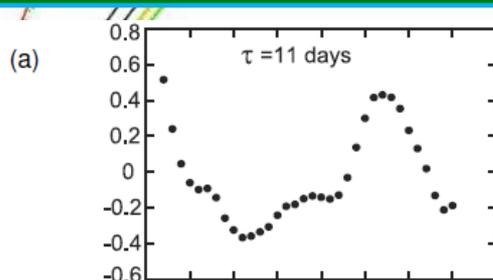
# LSI+61d303: 1400 days ( to 1667d of P2)



# Исследование переменности блазаров на различных временных масштабах (САО РАН, ГАИШ МГУ)



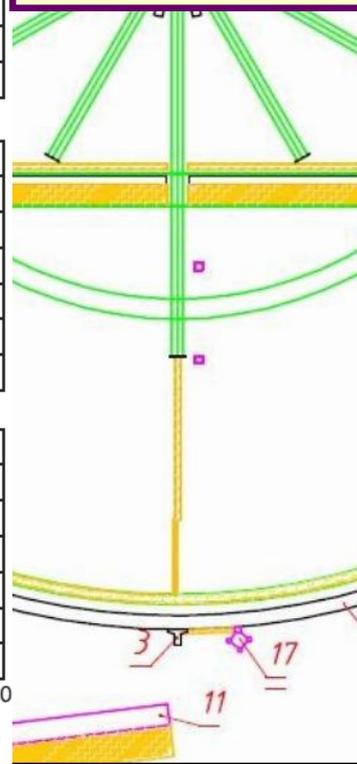
log  $\tau$ , [days]



(d)

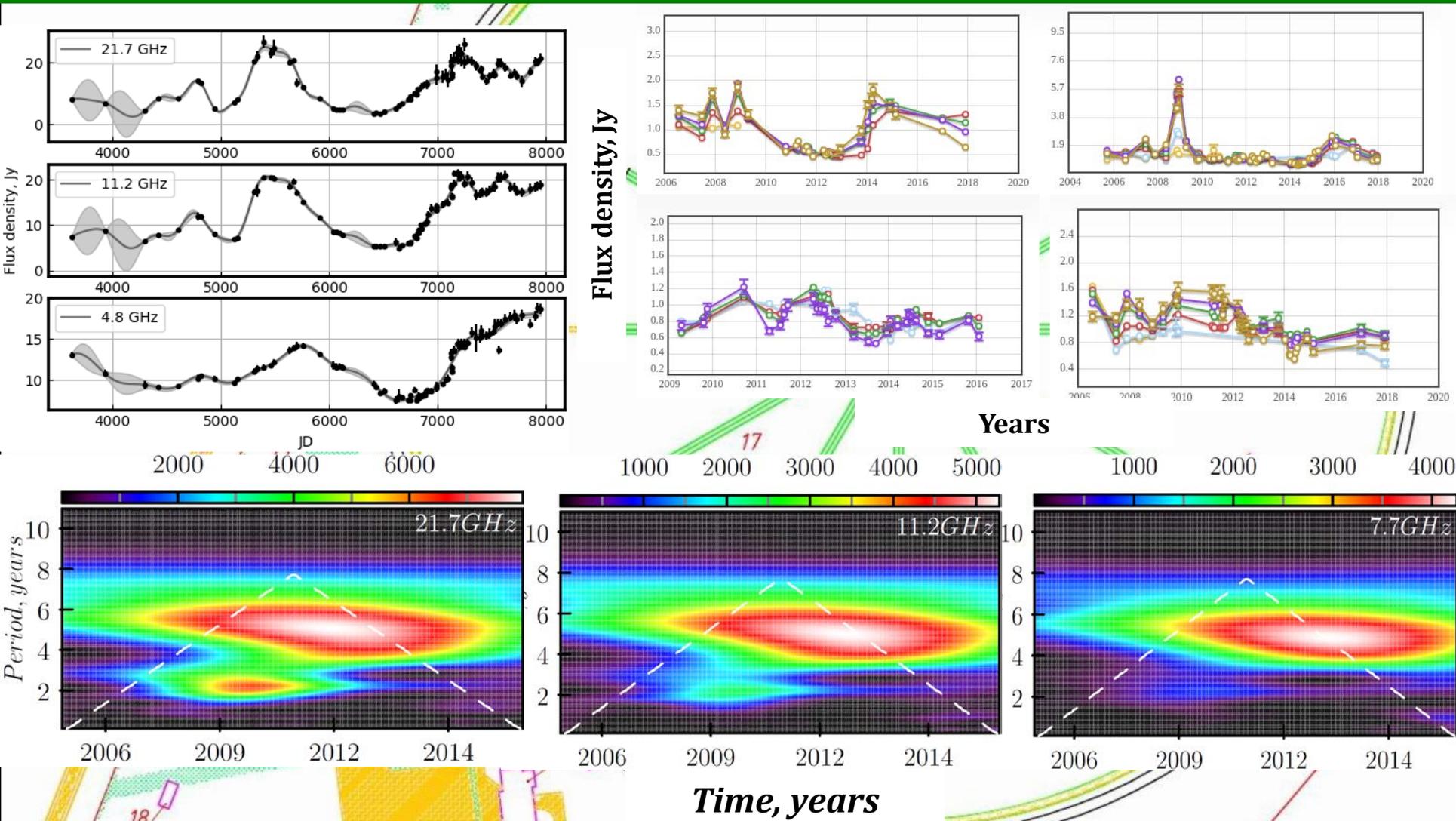
$\tau$ , days

Масштабы от нескольких суток до нескольких недель:  
Структурные и автокорреляц. функции блазара J1603+11 на частотах 11.2, 8.2 и 4.8 ГГц и опорного источника на частоте 8.2 ГГц (снизу).



- [2010ARep...54..908G](#)
- [2010ARep...54..983G](#)
- [2011ARep...55...97G](#)
- [2011ARep...55.1096G](#)
- [2012ARep...56..345G](#)
- [2013ARep...57..338G](#)
- [2013ARep...57..344G](#)
- [2013AstBu..68..403G](#)
- [2014ARep...58..716G](#)
- [2015AstBu..70..183G](#)
- [2016AstL...42..506G](#)
- [2017AstBu..72..224K](#)
- [2018ARep...62..183G](#)

# Исследование радиоизлучения блазаров на разных временных масштабах



Спектр мощности непрерывного вэйвлет-преобразования кривых блеска 3C454.3 на частотах 21.7, 11.2, 7.7/8.2 ГГц.

# Исследование радиосвойств блазаров

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



BLcat Edition 1.2, November 2016

M.G. Mingaliev, Yu.V. Sotnikova, R.Yu. Udovitskiy, T.V. Mufakharov, E.Nieppola, and A.K. Erkenov

[ADS abstract](#)

login

Data Usage Policy

Column description

Help

Export main Table and RATAN-600 data

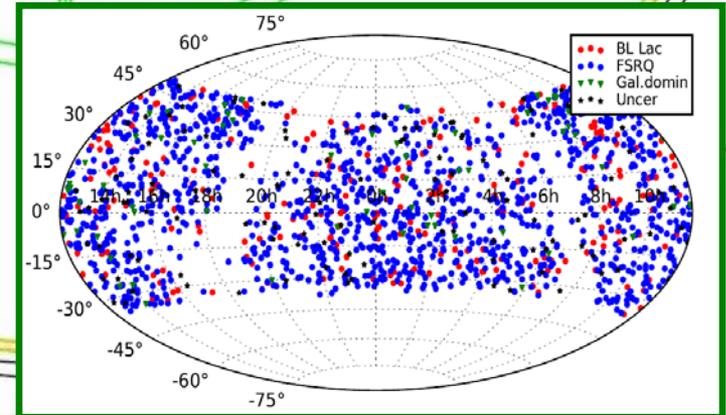
Show/Hide columns

1 to 590 of 590 rows

<input type="checkbox"/> check all	RATAN data	Set stat	Source name	Ra	Dec	Redshift stat	Rmag stat	Log $v^S_{peak}$ [Hz] stat	Flux density at 4.8 GHz, [Jy] stat	SED class stat	Blazar type stat	Selected type stat	Reference
										Select	Select type	Selec	
<input type="checkbox"/> 1	Data explorer	22	PKS0003-066	00 06 13	-06 23 36	0.347	17.9	13.16	2.27	LSP	BLac	RBL	<a href="#">5</a>
<input type="checkbox"/> 2	Data explorer	2	BZBJ0007+4712	00 07 59	47 12 07	0.28	18.2	13.66	0.06	LSP	BL-Lac	RBL	<a href="#">103</a>
<input type="checkbox"/> 3	Data explorer	4	87GB00113+1854	00 13 56	19 10 41	0.477	17.7	0	0.09	*	BLac		-
<input type="checkbox"/> 4	Data explorer	12	MS 0011.7+0837	00 14 19	08 54 04	0.162	17.2						
<input type="checkbox"/> 5	Data explorer	0	BZBJ0018+2947	00 18 27	29 47 30	0.1	18.4						
<input type="checkbox"/> 6	Data explorer	11	PKS 0017+200	00 19 37	20 21 45	0	20.3						
<input type="checkbox"/> 7	Data explorer	24	PKS 0019+058	00 22 32	06 08 05	0	18.5						

[www.sao.ru/blcat](http://www.sao.ru/blcat),  
590 объектов (2005-2017)

[2017AN...338..700M](#)  
[2016A&A...596A.106P](#)  
[2015MNRAS.450.2658M](#)  
[2015AstBu..70..273M](#)  
[2015AstBu..70..264M](#)  
[2014A&A...572A..59M](#)  
[2014AstBu..69..266M](#)  
[2012A&A...541A.160G](#)  
[2011A&A...536A..15P](#)

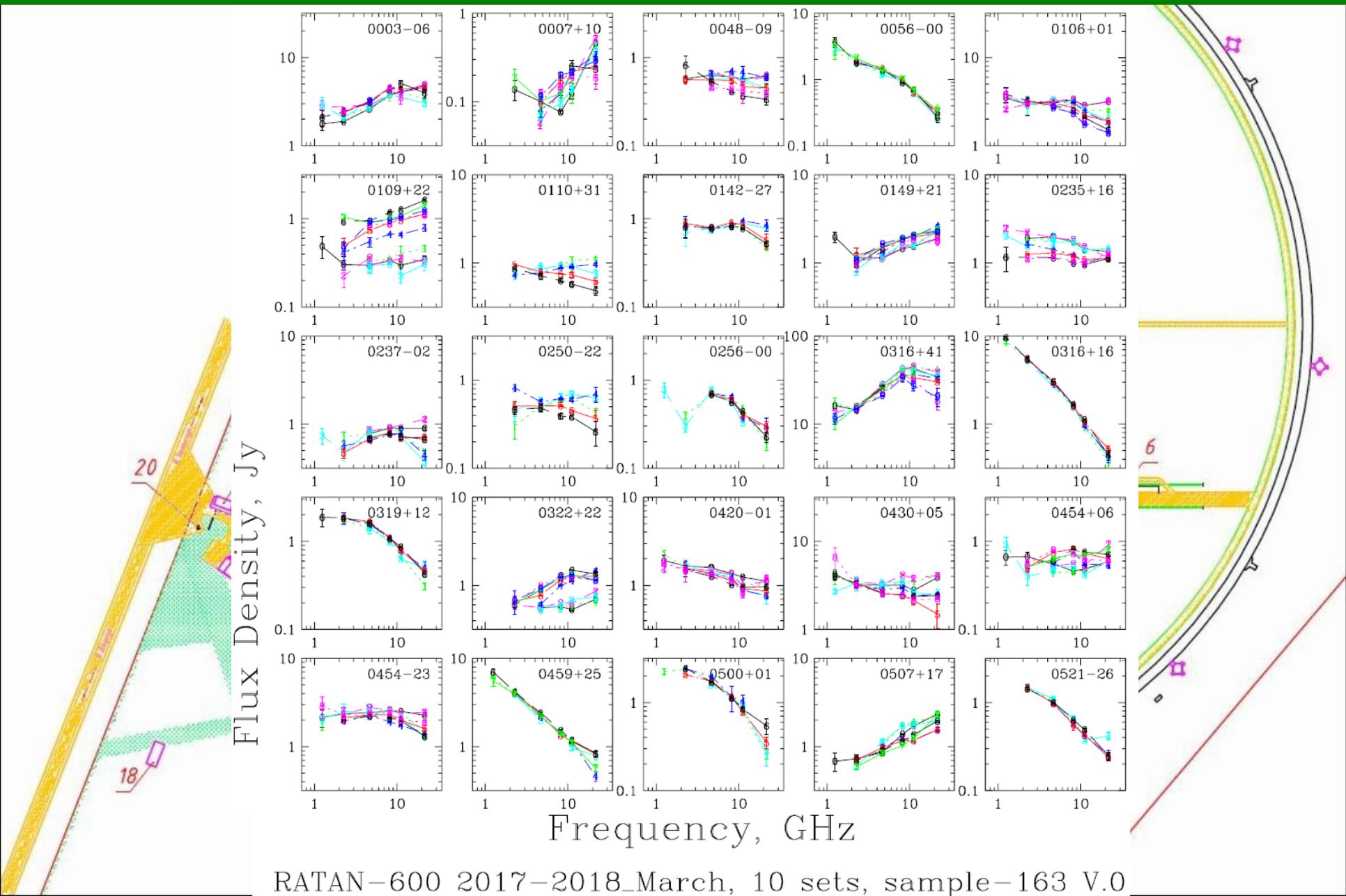


VZCAT ( $S > 100$  мЯн на 1.4 ГГц)

# Ковалев и др.: РАТАН-600 + РадиоАстрон

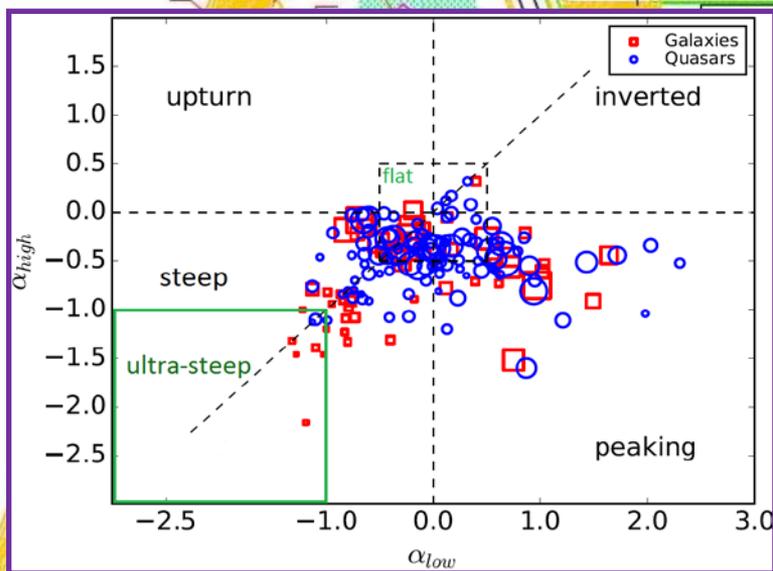
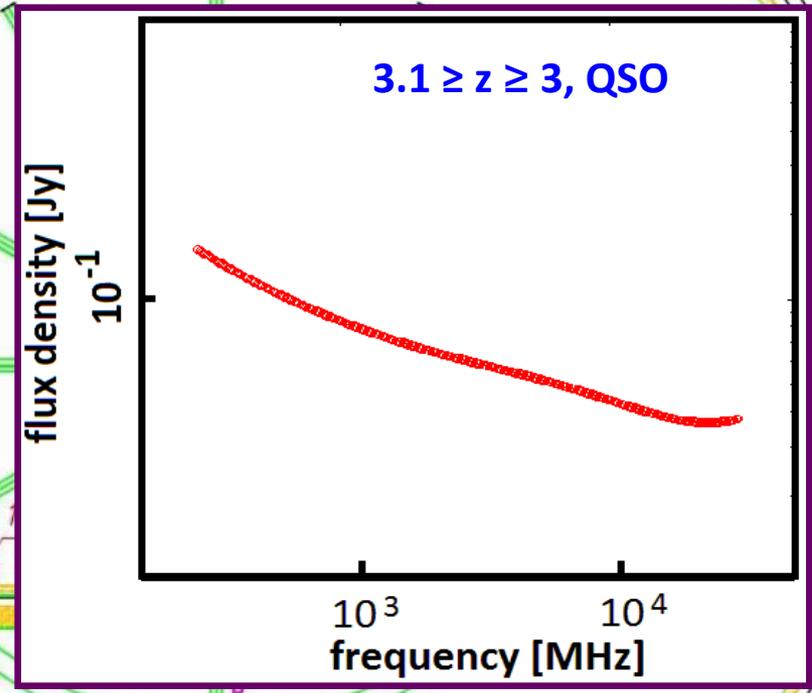
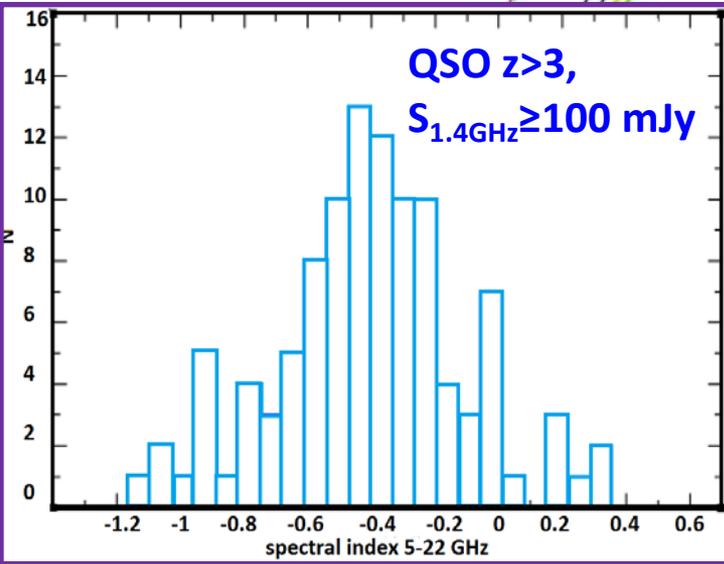
- **8 публикаций** в рецензируемых журналах, 2013-2018:
  - MNRAS, 474, 3523 (2018)
  - Astronomy & Astrophys., **603**, A31, 30pp. (2017)
  - Astrophys. J. Letters, **820**, L9 (2016)
  - Astronomy & Astrophysics, **573**, A50 (2015)
  - Astronomy & Astrophysics, **565**, A26 (2014)
  - Космические исследования, **52**, 430 (2014)
  - Astronomy & Astrophysics, **556**, A67 (2013)
  - Астрономический журнал, **90**, 179 (2013)
- + 4 электронных доклада в материалах ВАК-2017 по результатам: “РАТАН-600 -- РадиоАстрону”.**
- **Всплески для РА+стабильные объекты с 2017 по 2018.03.04 (см. след.слайд для 35 из 163 AGN)**

# Наземная поддержка измерений КРТ (РадиоАстрон): нестационарное радиоизлучение ядер активных галактик (2017-2018)



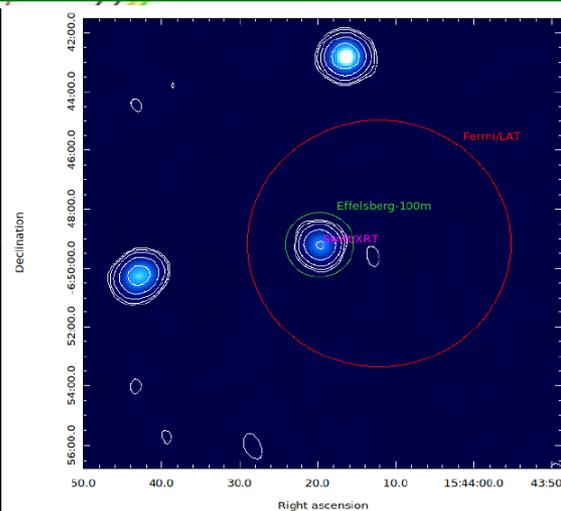
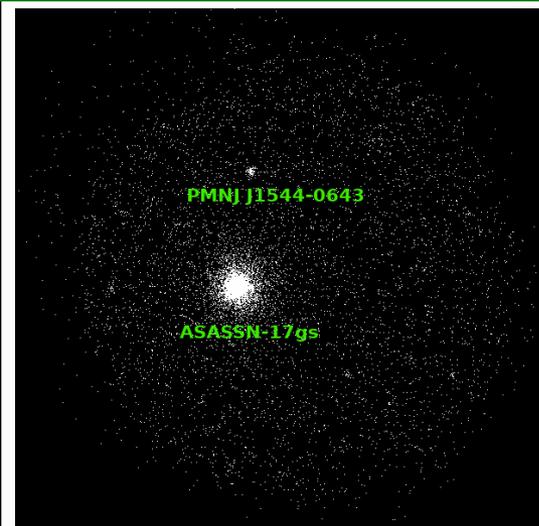
# Радиосвойства далеких квазаров.

## Исследование компактных внегалактических объектов.



**Средний непрерывный радиоспектр квазаров в диапазоне красных смещений от 3 до 3.1 (данные наблюдений P-600, CATS)**

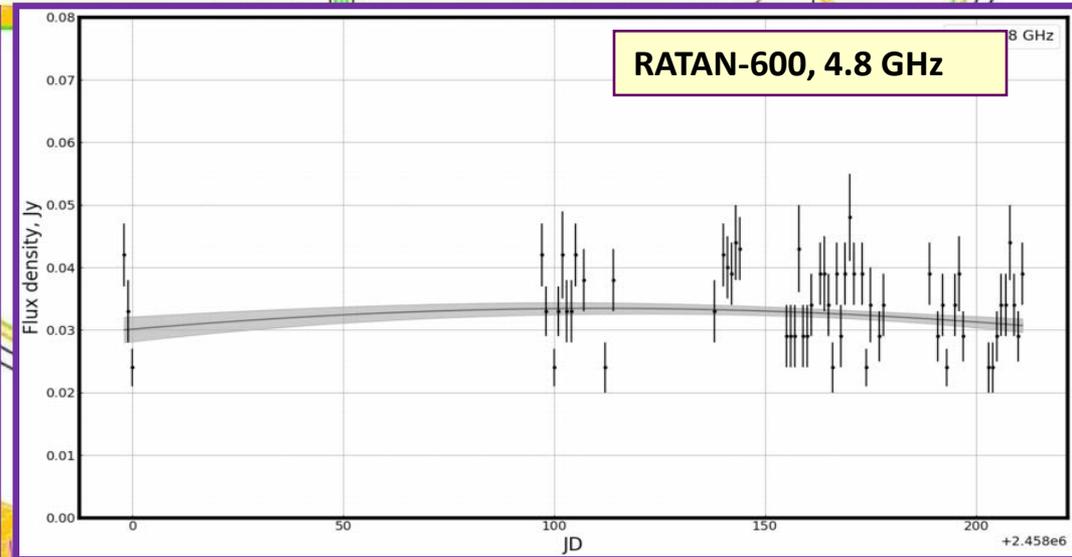
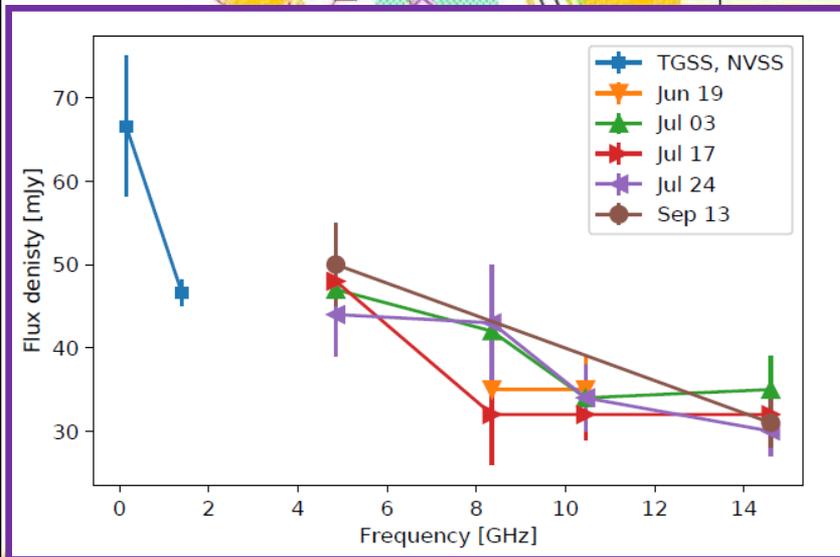
# Radio observations of a newly-discovered Fermi blazar J1544-0649 (Shanghai Astronomical Observatory)



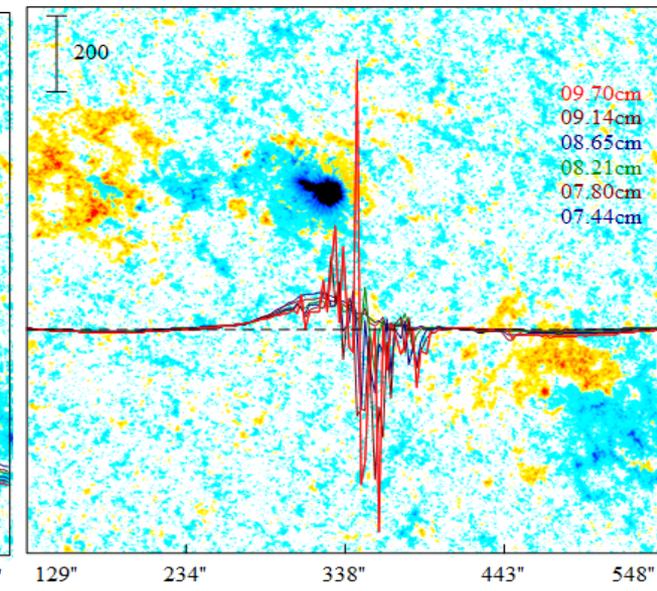
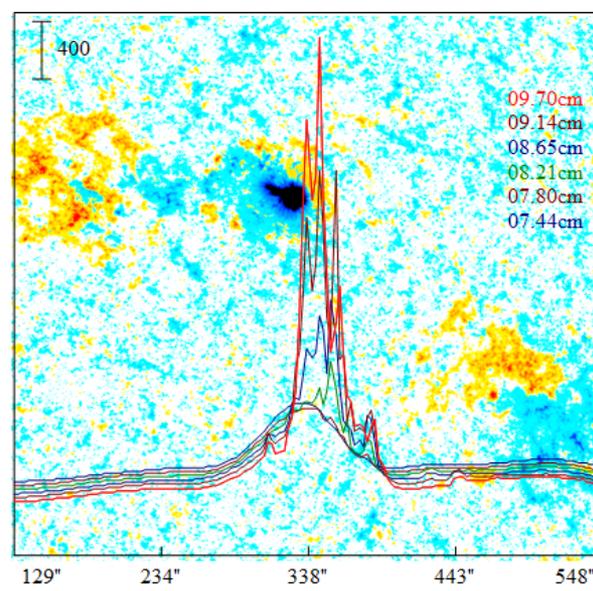
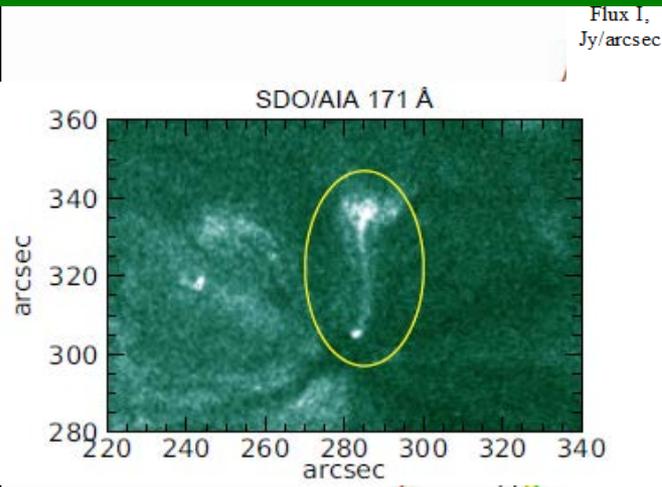
epoch	$N_{obs}$	$S_{8.2GHz}$ err Jy	$S_{4.8GHz}$ err Jy
September 2017 2457998-2458000	10	$0.044 \pm 0.001$	$0.039 \pm 0.001$
December 2017 2458097-2458114	11	$0.033 \pm 0.003$	$0.038 \pm 0.002$
January 2018 2458138-2458144	6	$0.037 \pm 0.001$	$0.040 \pm 0.001$
February 2018 2458155-2458178	22	$0.028 \pm 0.001$	$0.039 \pm 0.001$
March 2018 2458189-2458211	16	$0.042 \pm 0.001$	$0.032 \pm 0.001$

Swift/XRT

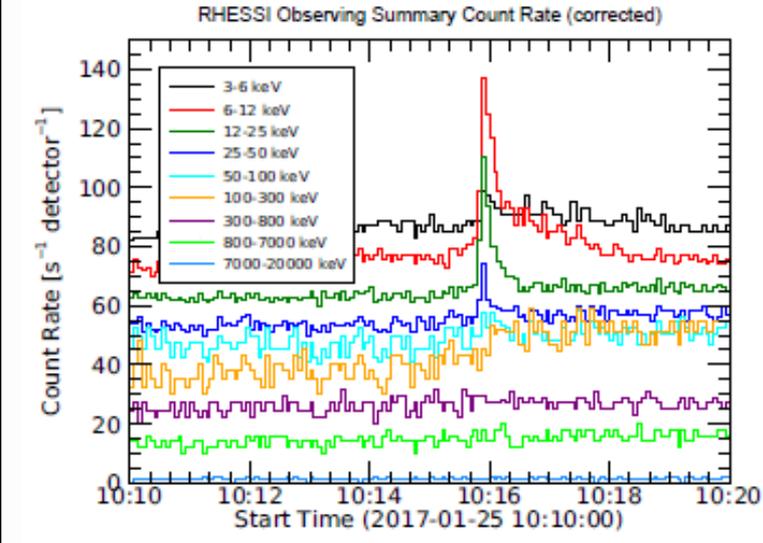
Effelsberg-100 m



# Квазипериодические пульсации в солнечной микровспышке (Накаряков 2018)

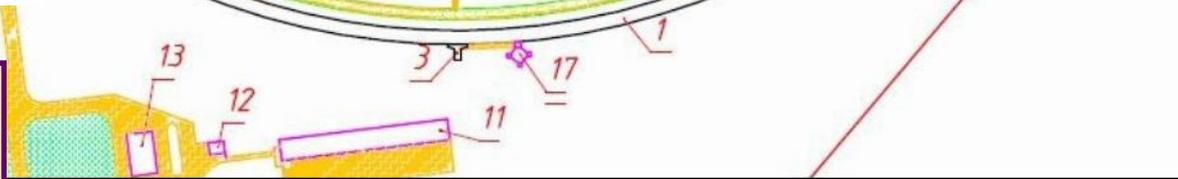


Изображение области вспышки в крайнем УФ.



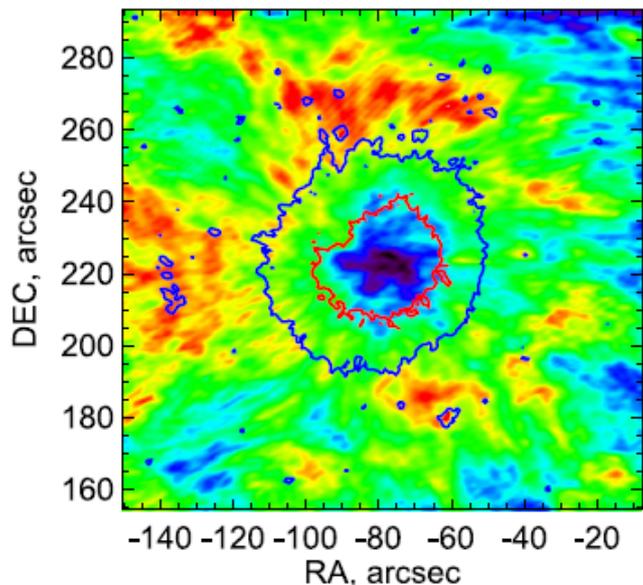
Радиовсплеск с квазипериодическими пульсациями, зарегистрированный в 2017 г. на скане Солнца, полученном на РАТАН-600. Полный поток I (слева) и поляризованный поток V (справа) радиоизлучения показаны для разных длин волн и наложены на фотосферную магнитограмму (HMI/SDO, синий и оранжевый цвета соответствуют северной и южной полярностям магнитного поля).

Изменение рентгеновского потока в различных энергетических каналах



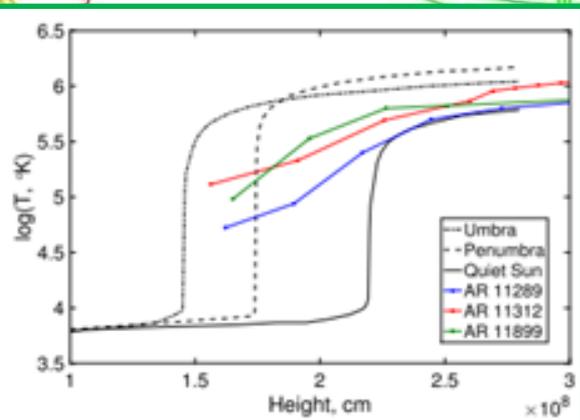
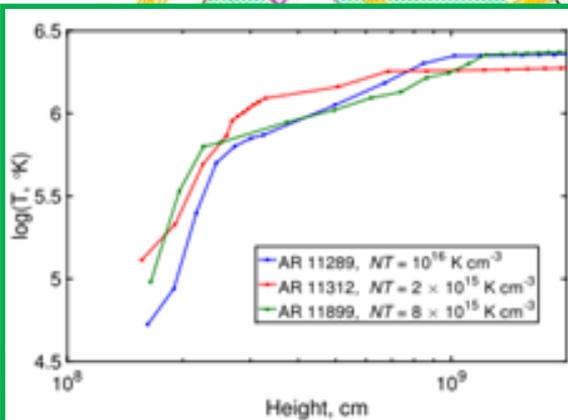
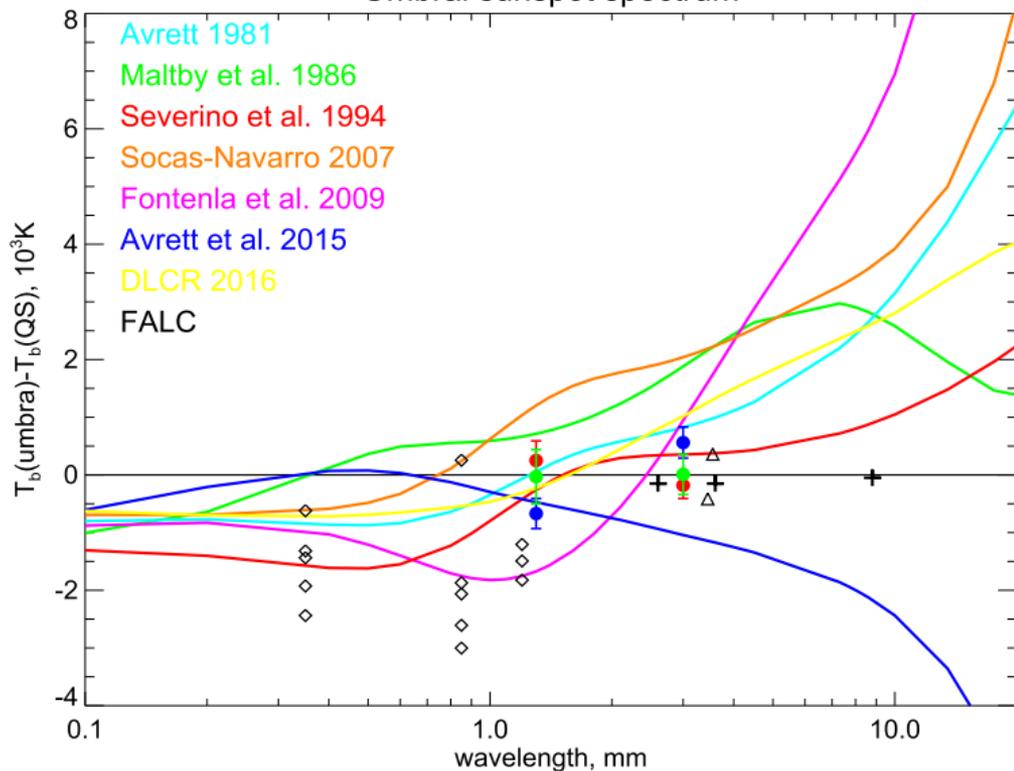
# Исследования атмосферы солнечных пятен на ALMA и на PATAH-600

ALMA/230GHZ 18-Dec-2015 19:49 UT



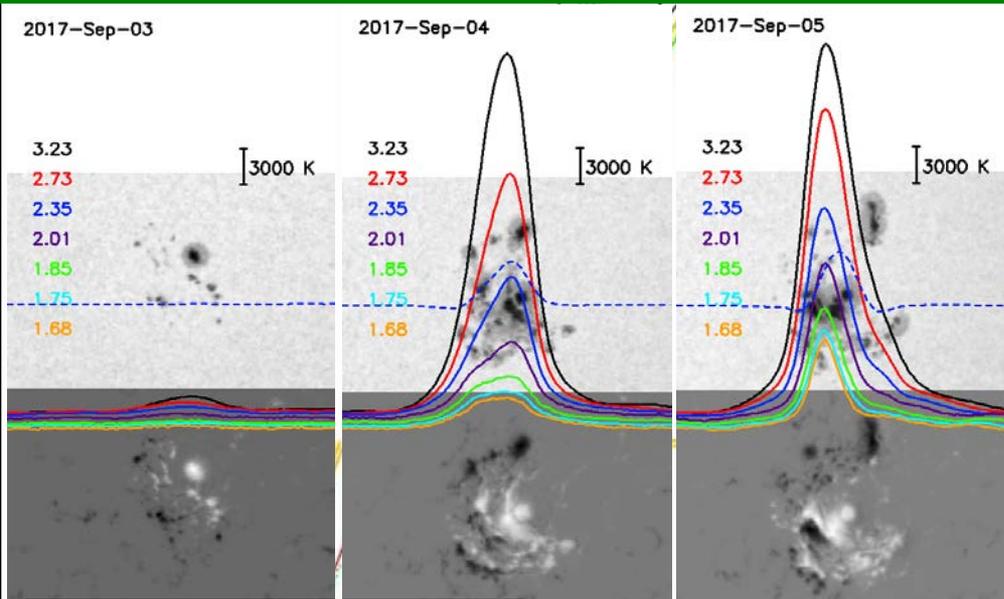
Loukitcheva et al. (2017, ApJ)

Umbral sunspot spectrum

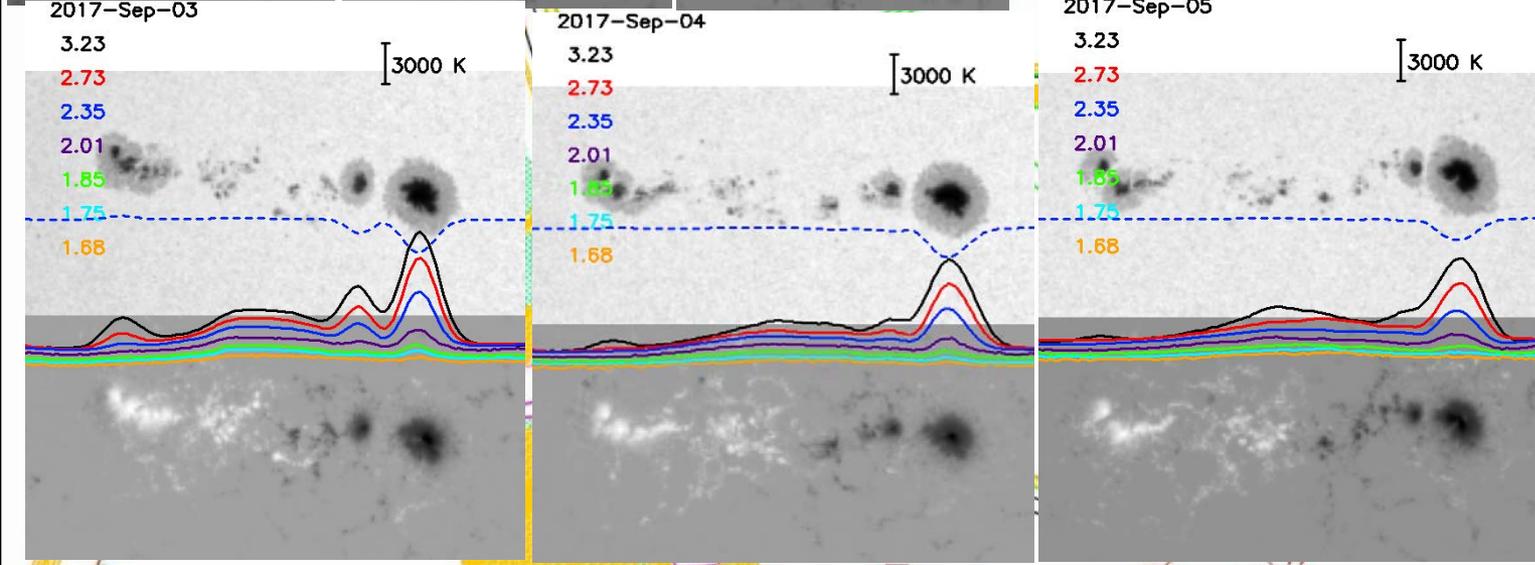


Stupishin, Kaltman 2017

# Признаки мощных вспышек на Солнце в сентябре 2017 г. по данным РАТАН-600 и SDO/HMI (ГАО РАН, САО РАН)

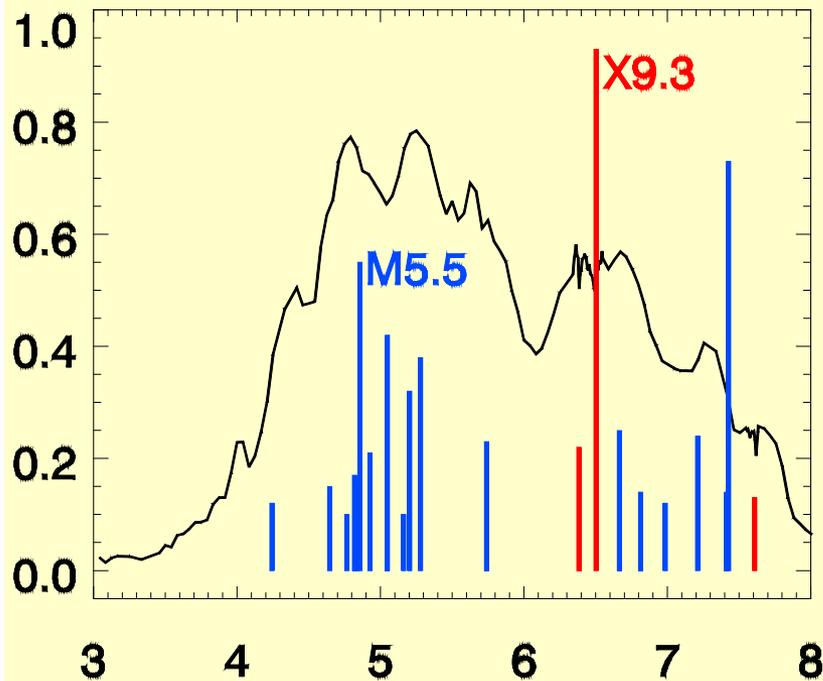


Фрагменты одномерных сканов Солнца в микроволновом диапазоне, полученные на Р-600 3-5 сентября 2017 г. Сканы наложены на изображения АО NOAA 12673 в континууме и магнитограммы по данным SDO/HMI. Сплошными линиями показаны сканы в каналах интенсивности (параметр Стокса I, длины волн в см даны слева сверху каждой панели), штриховыми линиями показаны сканы в канале поляризации (параметр Стокса V) на волне 2.35 см.

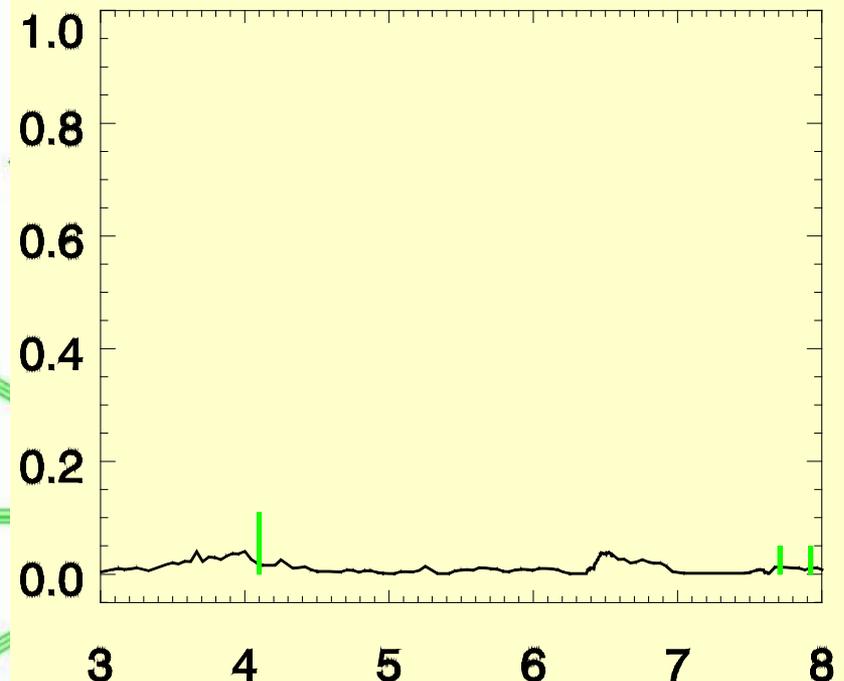


То же для АО NOAA 12674

NOAA 12673



NOAA 12674



Эволюция суммарного градиента магнитного поля АО NOAA 12673 (слева) и АО NOAA 12674 (справа). Ось X – дата (09.2017), ось Y - градиент, произвольные единицы. Вертикальные синие линии - моменты M-вспышек, красные - X-вспышек, зеленые - C-вспышек. Длина линии пропорциональна баллу вспышки.

# Основные результаты

1. Создание нового радиометра (и метода) для исследований FRB-событий на частоте 5 ГГц.
2. Ввод в эксплуатацию радиометров дм диапазона.
3. Ремонт механической части Плоского отражателя.
4. Ввод в эксплуатацию Западного сектора и Облучателя №5.
5. Освоение альтернативных режимов наблюдений.
6. Ежедневные измерения интегральных радиопотоков рентгеновских двойных систем со струйными выбросами.
7. Моделирование высотной структуры солнечной атмосферы по наблюдательным данным ALMA и RATAN-600. Предсказание активных событий в атмосфере Солнца.
8. Космологическая эволюция континуального излучения популяции ярких радиоисточников.