

РАДИОТЕЛЕСКОП РАТАН-600

ИТОГИ РАБОТЫ

В 2009 г. радиотелескоп РАТАН-600 работал в полном объеме (таб. 7) в основных штатных режимах. Наблюдения проводились в соответствии с программами, принятыми КТБТ (таб. 8). В наблюдениях участвовали северный и южный секторы антенны, плоский отражатель и вторичные зеркала: облучатель №1 (континуум), облучатель №2 (радиолинии), облучатель №3 (Солнце).

Проводились работы по поддержанию основных параметров инструмента на уровне проектных, по совершенствованию режимов наблюдения и модернизации приемно-измерительной аппаратуры.

Совместно со специалистами ЗАО «Бум Техно» выполнены работы по юстировке поверхности облучателя №5 и исследована точность отражающих поверхностей облучателей №№ 1, 2 и 3. Среднеквадратичная ошибка всей поверхности вторичных зеркал оказалась равной 0.36, 0.55, 0.52 и 0.42 мм, а в центральной части (без крайних панелей) – 0.28, 0.29, 0.39 и 0.36 мм для облучателей №№ 1, 2, 3 и 5 соответственно.

М. Г. Мингалиев.

RADIO TELESCOPE RATAN-600

SUMMARY OF OPERATION

In 2009 the RATAN-600 radio telescope was operating in full capacity (Tab. 7) in normal operation modes. The observations were carried out in accordance with the programmes accepted by the LTPC (Table 8) and involved the Northern and Southern Antenna Sectors, the Flat Reflector and secondary mirrors: the Feed Cabin 1 (continuum), Feed Cabin 2 (radio lines), and Feed Cabin 3 (the Sun).

Work was done to maintain the main the parameters of the instrument at the design level, to upgrade the observational modes and to enhance the receiving and measuring facilities.

In collaboration with the JSC "Bum Techno" experts we performed work on the surface adjustment of the Feed Cabin 5 and investigated the accuracy of reflective surfaces of the Feed Cabins 1, 2 and 3. The mean-square error across the surface of the secondary mirrors was found to be 0.36, 0.55, 0.52 and 0.42 mm, while in the central part (without the extreme panels) - 0.28, 0.29, 0.39 and 0.36 mm for the Feed Cabins 1, 2, 3 and 5, respectively.

M.G. Mingaliev.

Таблица 7. Распределение наблюдательного времени между вторичными зеркалами РАТАН-600 в 2009 г.
Table 7. Observational time distribution between the secondary mirrors of the RATAN-600 in 2009.

Вторичное зеркало	Запланировано наблюдений	Проведено наблюдений	Secondary mirror	Observations scheduled	Observations made
N1: источники	17253	15780	№ 1: sources	17253	15780
N2: источники	3841	3258	№ 2: sources	3841	3258
N3: источники	1698	1664	№ 3: sources	1698	1664
Итого:	22792	20702	Total:	22792	20702

Таблица 8. Список проведенных на РАТАН-600 наблюдательных программ в 2009 г.

Заявитель	Институт/ страна	Краткое название программы
А. Рейхоканен	Обс. Туорла, Финляндия	Мониторинг ярких источников для миссии Планк
В.В. Богод, Г.Б. Гельфрейх, Ю.А. Наговицин	САО РАН ГАО РАН	Исследования Солнца
А. Лахтемяки	Обс. Туорла, Финляндия	Мониторинг ярчайших радиисточников перед запуском миссии Планк
А.Г. Горшков	ГАИШ МГУ	Исследование активности ядер внегалактических источников радиоизлучения в широком диапазоне временных масштабов
И.В. Госачинский	САО РАН	Исследование структуры и кинематики межзвездного газа в областях звездообразования
Ю.Ю. Ковалев	Ин-т М.Планка, Германия, АКЦ ФИАН	Исследование релятивистских струй в АЯГ
М.Г. Мингалиев	САО РАН	Исследование переменности радиисточников
П.Д. Насельский	Ин-т Н. Бора, Дания	Исследования Юпитера, Сатурна и Марса как калибраторов эксперимента Planck
Ю.Н. Парийский	САО РАН	Космологический Ген Вселенной
Ю.Н. Парийский	САО РАН	Поляризация фонового излучения Вселенной
С.А. Трушкин	САО РАН	Мониторинг микрокварзаров

Table 8. List of observational programs carried out with RATAN-600 in 2009.

PI	Institution / Country	Short program title
A. RiehoKainen	Tuorla Obs., Finland	Bright Sources Monitoring during Planck Mission (Planck WG6n)
V.V. Bogod G.B. Gelfreih, Yu.A. Nagovitsyn	SAO RAS MAO RAS	Investigations of the Sun
A. Lähteenmäki	Tuorla Obs., Finland	Planck Pre-Lunch Monitoring of the Brightest Radio Sources (Planck WG 6)
A.G. Gorshkov	SAI MSU	Investigation of activity of the nuclei of extragalactic radio sources in a wide range of time scales
I.V. Gosachinskij	SAO RAS	Investigation of the structure and kinematics of interstellar gas in the regions of star formation
Yu.Yu. Kovalev	MPIfR, Germany, Astro Space Center	Study of relativistic jets in AGN
M.G. Mingaliev	SAO RAS	Investigation of variability of radio sources
H.D. Naselskij	Niels Bohr Institute, Denmark	Studies of Jupiter, Saturn and Mars as the Planck experiment calibrators
Yu.N. Parijskij	SAO RAS	Cosmological Gene of the Universe
Yu.N. Parijskij	SAO RAS	The polarization of the background radiation of the Universe
S.A. Trushkin	SAO RAS	Microquasar monitoring

АНТЕННА РАТАН-600

Геодетический контроль элементов антенны

Проведены выборочные измерения отдельных щитов антенны. Среднеквадратичные отклонения (СКО) поверхности щитов для южного сектора составили 0.67 мм вместо проектного 0.24 мм. Обнаруженные ухудшения СКО поверхности (± 0.3 мм) отдельных щитов северного сектора исправлены юстировкой и закреплением части регулировочных винтов (рис. 57).

Оценка состояния регулировочных винтов на элементах северного сектора показала, что температурные деформации и вибрация, возникающая при перемещении щита, существенно влияют на сокращение эффективной площади антенны. Проведена полная калибровка угломестных винтов северного сектора. Полученные поправки введены в расчет антенны. Расхождение с предыдущей калибровкой составило ± 2 деления точного сельсина на углах наклона 42° - 44° . На некоторых щитах это связано с ошибкой установки шкал отсчетно-установочного устройства (ОУУ) на больших углах наклона. Обнаружены большие разности хода угломестных винтов в прямом и обратном направлении ($\sim 1'$ или 2 деления точного сельсина). В результате суммарная ошибка установки щита по углу места на некоторых элементах составила ± 4 деления точного сельсина. Для устранения этих ошибок необходима замена шкал ОУУ и выборочная замена угломестных винтов с люфтами $> 1'$.

По новым более точным ($10''$) пузырьковым уровням проведено исследование стабильности и

RATAN-600 ANTENNA

Geodetic Control of Antenna Elements

Selective measurements of individual antenna panels were made. The standard deviation (RMS) of their surfaces for the Southern Sector was 0.67 mm instead of the claimed 0.24 mm. The observed deteriorations of the RMS deviation of the surface (± 0.3 mm) of individual panels of the Northern Sector were fixed by the adjustment and fixation of a part of the adjusting screws (Fig. 57).

Assessment of the state of the adjusting screws in the elements of the Northern Sector has shown that the temperature deformations and vibration that occurs as the panel moves have a significant influence on reducing the effective area of the antenna.

We carried out a full calibration of the angle screws of the Northern Sector. The obtained corrections were introduced into the antenna calculation. The discrepancy with the previous calibration amounts to ± 2 fine selsyn graduations at the inclination angles 42° - 44° . On some panels it is connected with the scale setting error in the reference-positioning device at large inclination angles. We found a large path difference of angle screws in the forward and reverse directions ($\sim 1'$ or 2 fine selsyn graduations).

As a result, the total error of panel positioning by the angle of elevation on some elements amounted to ± 4 fine selsyn graduations. To resolve these errors, a replacement of the reference-positioning device scales and selective replacement of angle screws with $> 1'$ backlashes has to be done.

We studied the stability and accuracy of the settings of the Feed Cabin 2 secondary mirror from the new and

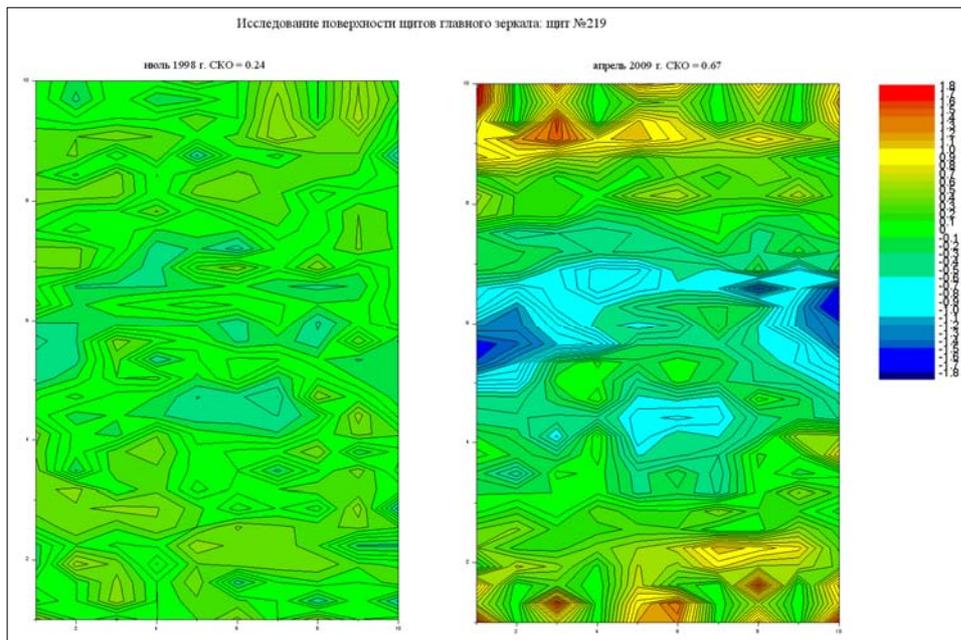


Рис. 57. Измерения точности поверхности отдельного элемента главного зеркала РАТАН-600.

Fig. 57. Measurements of the surface accuracy of a separate element of the RATAN-600 main mirror.

точности установок вторичного зеркала облучателя № 2. Стабильность установок составила $\pm 20''$ при контроле в течение суток. Отклонения вторичного зеркала от вертикального положения к плоскости горизонта составило не более $\pm 10''$ продольного наклона и $\pm 15''$ поперечного наклона.

more accurate ($10''$) bubble levels. The stability of settings amounted to $\pm 20''$ taken a 24-hour control session. The deviations of the secondary mirror from the vertical position to the plane of horizon amounted to less than $\pm 10''$ in the longitudinal tilt, and $\pm 15''$ in the lateral tilt.

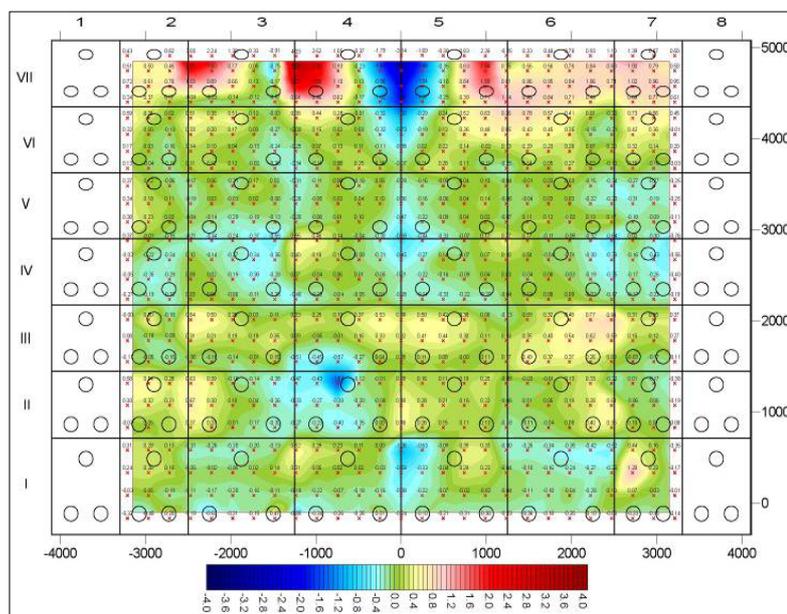


Рис. 58. Поверхность 2-го облучателя (0.55, 0.29 мм).

Fig. 58. The surface of the Feed Cabin 2 (0.55, 0.29 mm).

Проведена проверка высотного положения рельсов северного радиального пути. Сравнение с предыдущими измерениями показало стабильность положения рельсов. Высокоточным нивелиром

The altitude position control of rails of the northern radial path was made. A comparison with the previous measurements has shown stability of the rail positions. Using the precise level DiNi 12 we investigated the

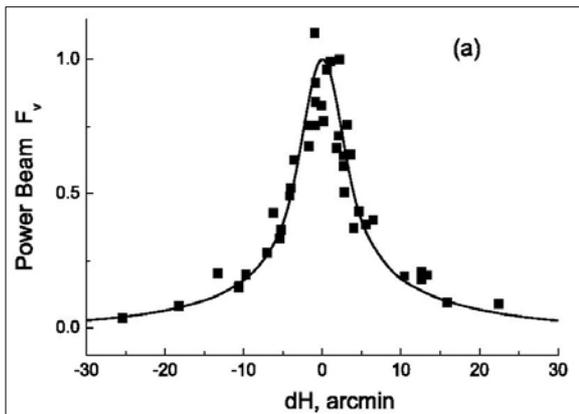
DiNi 12 исследовано движение облучателя № 1 по северным радиальным рельсам и поведение рельса под нагрузкой. Максимальные отклонения составили ± 2 мм.

Совместно со специалистами ЗАО «Бум Техно» выполнены работы по юстировке поверхности облучателя № 5 и исследована точность отражающих поверхностей облучателей №№ 1, 2 и 3 (рис. 58).

В.И. Жаров, С.Я. Голосова, В.Ф. Миленко, Е.К. Хилькова.

Исследование диаграммы направленности и эффективной площади антенны

По данным обзоров 1980-1999 гг. проведены исследования диаграмма направленности (ДН) антенны на $\lambda 7.6$ см. Обзоры проводились на северном секторе на склонении эксперимента «Холод» ($\delta \sim 5^\circ$). Для исследования ДН использовались две (в обзоре 1980 г. – три) выборки источников, отличающиеся количеством объектов и их яркостью. Использовались источники NVSS-каталога в основном с крутыми спектрами, у которых есть данные по плотностям потока на нескольких частотах. Проведено сравнение экспериментальных диаграмм с расчетными.



motion of the Feed Cabin 1 on the northern radial rails, and the rail behavior under load. Maximum deviations amounted to ± 2 mm.

In collaboration with the JSC Bum Techno experts we performed work on the adjustment of the surface of Feed Cabin 5 and investigated the accuracy of reflecting surfaces of the Feed Cabins 1, 2 and 3 (Fig. 58).

V.I. Zharov, S.J. Golosova, V.F. Milenko, E.K. Hil'kova.

Study of the Power Beam Pattern and Antenna Effective Area

We constructed the beam pattern (BP) using the data of the 7.6-cm surveys performed in 1980-1999.

The surveys were made with the Northern sector at the same declination as the COLD experiment ($\delta \sim 5^\circ$). To analyze the PB, we used two source samples and three samples for the 1980 survey that differed by the number and brightness of the objects included.

We selected the NVSS catalog objects mostly with steep spectra and flux densities known at several frequencies.

The experimental power beam patterns derived from the survey data are compared with the computed patterns.

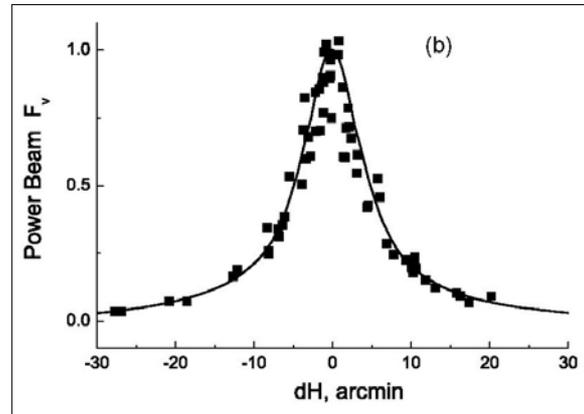


Рис. 59. Экспериментальные вертикальные диаграммы направленности (заполненные квадраты) F_v , построенные по данным наблюдений калибровочных источников в обзорах 1988 (a) и 1994 гг. (b). Сплошной линией обозначены расчетные диаграммы направленности.

Fig. 59. Examples of the experimental vertical patterns (the filled squares) F_v , based on the observations of calibration sources made during the 1988 survey (a) and the 1994 survey (b). The solid line corresponds to the computed curves.

Среднеквадратичная ошибка отклонения экспериментальных точек от расчетных составила по всем годам $(0.19-0.23) \pm 0.02$. Вертикальная ДН в обзоре 1980 г. сдвинута относительно центрального горизонтального сечения на $\sim 1'$. Диаграммы, полученные по другим годам, симметричны в пределах ошибок измерений (рис. 59). Эффективная площадь радиотелескопа также оказалась достаточно стабильной в период проведения обзоров (рис. 60). Средняя эффективная площадь по всем годам за исключением 1993 г. составила 803 ± 88 м².

The rms deviation of the experimental data from the corresponding computed values averaged over all years is $(0.19-0.23) \pm 0.02$. The vertical pattern of the 1980 survey is shifted by $\sim 1'$ with respect to the central horizontal section. The patterns obtained from the data for other years are symmetric within the measurement errors (Fig. 59). The antenna effective area of the radio telescope was rather stable during the survey time period (Fig. 60).

The mean antenna effective area averaged over all years except 1993 is equal to 803 ± 88 м².

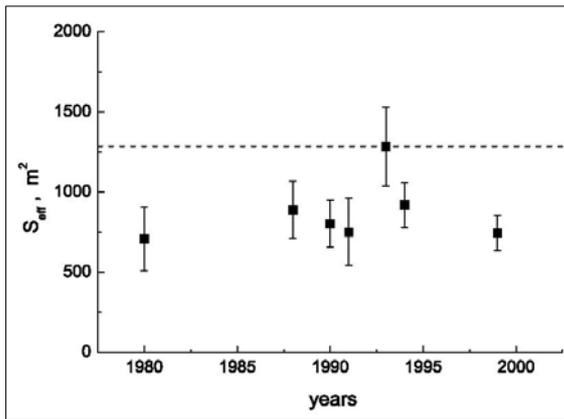


Рис. 60. Эффективные площади S_{eff} РАТАН-600, полученные из обзоров 1980-1999 гг. Пунктирной линией показано значение расчетной эффективной площади антенны для $H=51^\circ$ ($\delta \sim 5^\circ$).

Fig. 60. Antenna effective areas S_{eff} of the RATAN-600 as estimated based on the 1980 -- 1999 surveys data. The dotted line shows the idealized (computed) antenna effective area at the elevation angle of $H=51^\circ$ ($\delta \sim 5^\circ$).

Сравнение эффективных площадей, полученных в один и тот же год (1999 г.), но в разных обзорах, показало, что экспериментальные значения S_{eff} на разных углах места повторяют ход расчетной зависимости $S_{eff} = f(H)$ на $\lambda 7.6$ см с точностью до коэффициента, учитывающего потери в антенне. Оценки эффективных площадей за 1999 г. проводились по обзорам полос неба на склонениях $\delta \sim 5^\circ$ (RCR-обзор) и $\delta \sim 41^\circ 31'$ (RZF-обзор).

Е.К. Майорова.

A comparison of the antenna effective areas determined from the data for the same year (1999) obtained in different surveys demonstrates that the experimental S_{eff} values at different elevations reproduce the behavior of the computed dependence $S_{eff} = f(H)$ at $\lambda 7.6$ cm up to a coefficient that adjusts for antenna losses. We estimated the antenna effective areas within 1999 year from the data of the sky surveys performed in the sky strips at the declinations of $\delta \sim 5^\circ$ (the RCR survey) and $\delta \sim 41^\circ 31'$ (the RZF survey).

E.K. Majorova.

ТЕХНИКА И МЕТОДЫ РАДИОАСТРОНОМИИ

Штатная эксплуатация МАРС-3

16-канальная матричная радиометрическая система МАРС-3 (Отчет САО 2007-2008, с. 98) перенесена в фокус зеркала №2, имеющего более точную отражающую поверхность. Проведена отладка радиометров и системы сбора данных и начаты регулярные наблюдения неба по программе «Генетический Код Вселенной».

На комплексе МАРС-3 внедрено программное обеспечение (ПО) для систем сбора данных радиометров континуума нового поколения. ПО имеет двухуровневую архитектуру, в которой:

- верхний уровень обеспечивает планирование и автоматическое проведение наблюдений, управление радиометрическим комплексом в соответствии с наблюдательной программой и автоматическую обработку данных. Этот уровень является общим для всех систем сбора;
- нижний уровень учитывает конкретную реализацию аппаратуры сбора, включающую аналого-цифровые преобразователи (АЦП), быстродействующие цифровые сигнальные процессоры (ЦСП), предварительную цифровую обработку сигналов (ЦОС).

RADIO ASTRONOMY TECHNIQUES

Normal Operation of MARS-3

A 16-channel matrix radiometric system MARS-3 (see the SAO RAS Report 2007-2008, pp. 98) has been mounted in the focus of the mirror N 2, which has a more accurate reflective surface. Radiometer adjustment and data acquisition system debugging were performed and regular observations of the sky for the Genetic Code of the Universe program were started.

The MARS-3 complex had new-generation software installed for the continuum radiometer data acquisition. The software has a two-tier architecture, in which:

- The upper level provides planning and automatic observations, the radiometric complex control in accordance with the observational programme, and automatic data reduction. This level is common to all the systems of data acquisition;
- The lower level takes into account the concrete realization of data acquisition equipment, which includes the analog-digital converters (ADC), high-speed digital signal processors (DSP), and preliminary digital signal processing (DSP).

Такая архитектура позволяет гибко настраивать систему сбора на конфигурацию радиометров без модификации ПО верхнего уровня и уменьшает трудозатраты на сопровождение радиометрических комплексов континуума.

Программная система опробована в течение 150-дневного наблюдательного цикла, проведенного в автоматическом режиме. Она показала высокую надежность и полное соответствие поставленным требованиям.

*А.Б. Берлин, П.Г. Цибулев, Н.А. Нижельский,
М.Г. Мингалиев, Д.В. Кратов, В.В. Смирнов,
А.М. Пилипенко, Р.Ю. Удoviцкий.*

Проект «ОКТАВА»

Продолжены разработки по теме «Октава», реализующей новый подход к построению схемы радиометров сплошного спектра на основе сверхширокополосной частотно-независимой антенны-облучателя и сверхширокополосного входного приемно-усилительного СВЧ-блока (Отчет САО РАН 2004-2005, с. 82-84, Отчет САО РАН 2007-2008, с. 98). Завершено изготовление частотно-независимой антенны «ELEVEN» (рис. 61) и монтаж СВЧ-блока. Ведется разработка выходных блоков системы, определяющих частотный диапазон каждого радиометрического канала.



This architecture allows performing flexible adjustments of the data acquisition system to the given radiometer configuration without having to modify the upper level software, and reduces the effort required for the maintenance of the continuum radiometric complex.

The software was tested during the 150-day observational cycle, conducted in automatic mode. It showed high reliability and full compliance of the MARS-3 with the requirements.

*A.B. Berlin, P.G. Tsibulev, N.A. Nizhelskij,
M.G. Mingaliev, D.V. Kratov, V.V. Smirnov,
A.M. Pilipenko, R.Yu. Udovitskii.*

Octava Project

The Octava project is ongoing, providing a novel approach to the development of a scheme of continuous spectrum radiometers based on ultrawideband frequency-independent antenna-radiator and ultrawideband input receiving and amplifying microwave unit (see the SAO RAS Report 2004-2005, pp. 82-84, the SAO RAS Report 2007-2008, pp. 98). We finalized the manufacture of the ELEVEN frequency-independent antenna (Fig. 61) and mounting of the microwave unit. The output blocks of the system, setting the frequency range of each radiometric channel are under development.

Рис. 61. Сверхширокополосный первичный облучатель (антенна «ELEVEN» для диапазона 0.5-3 ГГц).

Fig. 61. Ultra wideband primary feed (the ELEVEN antenna for the range of 0.5 to 3 GHz).

Для канала $\lambda 13$ см завершена разработка схем и конструкции. Для диапазона $\lambda 30$ см завершено проектирование и ведется изготовление 10 полосно-пропускающих фильтров на встречных стержнях.

*А.Б. Берлин, Ю.Н. Париjsкий, М.Г. Мингалиев,
Н.А. Нижельский, Г.М. Тимофеева, Д.В. Кратов.*

Радиометрический комплекс «Эридан»

Комплекс «Эридан» предназначен для мониторинга электромагнитных помех в рабочих диапазонах радиотелескопа. Пробные наблюдения

We finalized the development of schemes and design of the $\lambda 13$ cm channel. For the range of $\lambda 30$ cm the design is completed and the manufacture of 10 bandpass filters on cross rods is in progress.

*A.B. Berlin, J.N. Parijskij, M.G. Mingaliev,
N.A. Nizhelskii, G.M. Timofeeva, D.V. Kratov .*

The Eridan Radiometric Complex

The Eridan complex is designed for monitoring the electromagnetic disturbances in the working ranges of the radio telescope. Test observations on the uncooled

на неохлаждаемом варианте трехчастотного радиометрического комплекса показали недостаточную чувствительность в диапазонах 1.38 и 2.7 см (Отчет САО РАН 2007-2008, с.99). Для ее повышения в НПО «Микран» (Томск) разработаны входные широкополосные малошумящие усилители диапазонов 4.8, 11.2 ГГц (или 2.7 см) и 21.7 ГГц (или 1.38 см).

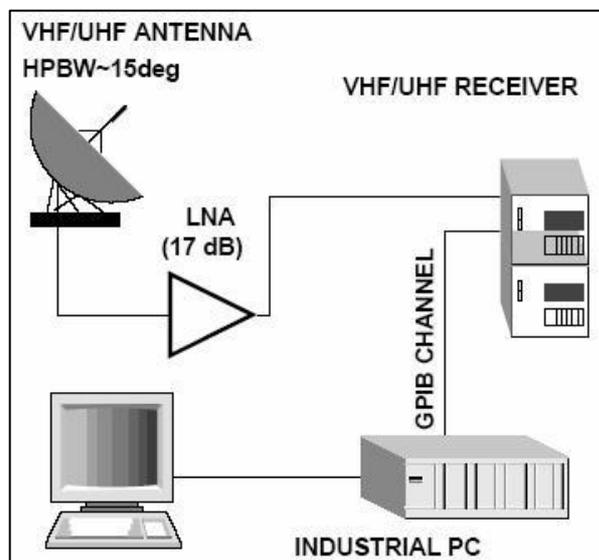


Усилители изготовлены на современной элементной базе (рис. 62). Шумовые температуры усилителей без охлаждения составляют 17, 28 и 92°K соответственно, коэффициент усиления 30-35 дБ. Эти параметры делают их весьма перспективными для применения в приемной аппаратуре радиотелескопа. Ожидаемая чувствительность для усилителей с антенной составляют 4.5, 5 и 7 мК для 4.8, 11.2 и 21.7 ГГц соответственно при постоянной времени 1 сек., что позволит значительно расширить диапазон возможных астрофизических задач.

Д.В. Кратов, Р.Ю. Удoviцкий, Б.И. Карабашев.

Комплекс для исследования электромагнитных помех

Внедрен в штатную эксплуатацию аппаратно-программный комплекс для исследования помеховой обстановки в дециметровом диапазоне длин волн (Отчет САО РАН 2004-2005, с. 85).



version of the three-frequency radiometric complex have shown a lack of sensitivity in the ranges of 1.38 and 2.7 cm (see the SAO RAS Report 2007-2008, pp. 99). In order to improve it the Micran Research and Manufacturing Association (Tomsk) has developed the input wideband low noise amplifiers for the frequency ranges of 4.8, 11.2 GHz (or 2.7 cm) and 21.7 GHz (or 1.38 cm).

Рис. 62. Входные сверхмалошумящие усилители диапазонов 11.2 (слева) и 21.7 ГГц (справа) НПО «Микран» (Томск), разработанные для РАТАН-600.

Fig. 62. The input ultra-low-noise amplifiers for the 11.2 (left) and 21.7 GHz (right) ranges by the RMA Micran (Tomsk) developed for the RATAN-600.

The amplifiers are manufactured on the modern element base (Fig. 62). The amplifier noise temperatures without cooling amount to 17, 28 and 92°K, respectively, with the gain of 30-35 dB.

These parameters make them very promising for the use in the radio telescope receiving instruments. The expected sensitivity for the amplifiers with antenna is 4.5, 5 and 7 mK for 4.8, 11.2 and 21.7 GHz, respectively, with a time constant of 1 s, which would greatly expand the range of possible astrophysical problems.

D.V. Kratov, R.Y. Udovitsky, B.I. Karabashev.

System for the Study of Electromagnetic Interferences

A hardware and software system for the study of the interference situation in the decimeter wavelength range came into normal service (see the SAO RAS Report 2004-2005, p. 85).

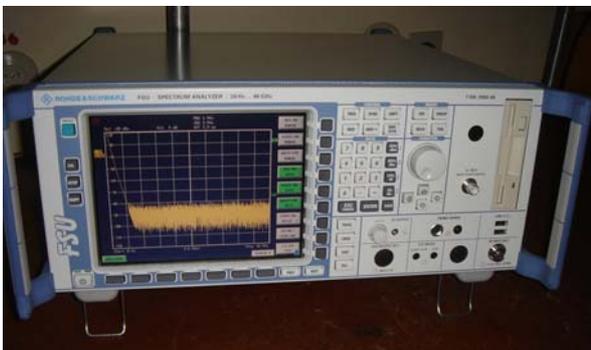
Рис. 63. Блок-схема комплекса по измерению помех на РАТАН-600.

Fig. 63. Block diagram of the RATAN-600 interference measurement complex.

Комплекс используется в двух режимах. В *первом режиме* выполняется круговое горизонтальное сканирование и построение азимутального распределения источников помех. Двухметровая параболическая антенна смонтирована на крыше кабины с возможностью вращения по азимуту в горизонтальной плоскости. Далее СВЧ-сигнал подаётся на дополнительный широкополосный усилитель, затем на вход сканирующего приёмника ESMS диапазона 20-3000 МГц фирмы Rohde&Schwarz (рис. 63).

В результате кругового обзора по перекрывающимся азимутам нами обнаружены направления, соответствующие максимальным уровням внешнего сигнала, которые являются помехами для радиотелескопа. Самый мощный источник помех - станция Зеленчукская, где регистрируются помехи от телевидения, сотовой связи и радио-Ethernet. Со стороны БТА присутствуют помехи от радиочастотного канала на 2.4 ГГц и от сотовой связи. Радиочастотный канал регистрируется со стороны Кумыша. Эпизодически появляется помеха, идущая в двух направлениях, которую не удалось соотнести с реальными объектами. Это излучение не носит постоянного характера, как по времени, так и по частоте. Помеха регистрируется в диапазоне до 500МГц, где РАТАН-600 не имеет радиометров континуума, и поэтому ее постоянный мониторинг не ведется.

Второй режим работы комплекса - измерения помех, попавших непосредственно на вход радиометров. Измерения производятся по такой же схеме, как и в первом случае, только вместо параболической мобильной антенны используются радиотелескоп. В этом случае измеряется и оценивается уровень влияния всех мешающих сигналов, которые непосредственно поступают на входы радиометров в реальных наблюдениях, но в этом случае мы не можем определить направления излучения помех. В связи с этим используются оба метода, что позволяет оперативно обнаруживать помеху и принимать решения по помехозащите соответствующего диапазона.



The complex is operated in two modes. In *the first mode*, circular horizontal scanning is performed and the azimuth distribution of interference sources is computed. A two-meter dish antenna is mounted on the roof of a feed cabin with the option of rotation in azimuth in the horizontal plane.

Next, the microwave signal is fed to the additional broadband amplifier, and then to the input of a scanning receiver of the ESMS range 20-3000 MHz manufactured by Rohde & Schwarz (Fig. 63).

As a result of a circular survey by overlapping azimuths we have found the directions corresponding to the maximum level of external signals that interfere with the radio telescope. The most powerful source of interference is the Zelenchukskaya village, from where we register the interference from television, cellular networks and radio-Ethernet. There is some interference from the BTA from the radio frequency channel at 2.4 GHz as well as from the cellular network. Another radio-frequency channel is recorded from the direction of Kumysh. An occasional noise appears running in two directions, which failed to correlate with real objects. This radiation is not continuous, neither in time nor in frequency.

The interference is registered in the range of up to 500MHz, where the RATAN-600 has no continuum radiometry, and therefore its constant monitoring is not conducted.

The second operation mode of the system measures the interference that comes directly to the radiometer input. The measurements are made in the same manner as in the first case, but instead of a parabolic mobile antenna it uses the radio telescope itself. In this case, it measures and evaluates the level of influence of all the disturbing signals that come directly to the radiometer inputs during the real observations, but in this case we cannot determine the direction of the interfering radiation. To this end, both methods are used, which allows detecting the interference on the fly and making decisions on the anti-jamming of the appropriate range.

Рис. 64. Анализатор спектра FSU46, частотный диапазон от 20 Гц до 46 ГГц.

Fig. 64. Spectrum Analyzer FSU46, the frequency range from 20 Hz to 46 GHz.

Приёмники радиотелескопа РАТАН-600 принимает космическое излучение до 30 ГГц. Отметим, что помеховая обстановка в сантиметровом диапазоне не столь драматична, как в дециметровом, однако в ближайшие годы использование этого диапазона

The receivers of the RATAN-600 radio telescope detect cosmic radiation in the range of up to 30 GHz. Note, the interference situation in the centimeter range is not as dramatic as in the decimeter range, and in the coming years the use of the centimeter wavelength range will

будет расти. Проблему мониторинга помех здесь поможет решить анализатор спектра FSU46 (рис. 64) с частотным диапазоном от 20 Гц до 46 ГГц. Он полностью перекрывает рабочий диапазон частот РАТАН-600 и позволит оперативно отслеживать помеховую обстановку, а также эффективно применять защитные меры от мешающих сигналов на всех радиометрах континуума.

А.Б. Берлин, Н.А. Нижельский, П.Г. Цыбулев.

Приемная аппаратура для исследования солнечного радиоизлучения



grow. The problem of monitoring the noise in the range can be solved with the aid of the FSU46 spectrum analyzer (Fig. 64) with the frequency range from 20 Hz to 46 GHz. It fully covers the operating frequency range of the RATAN-600 and will enable prompt tracking of the interference situation and so help effectively implement the protective measures from the interfering signals at all the continuum radiometers.

A.B. Berlin, N.A. Nizhelskii, P.G. Tsibulev.

Receiving Equipment for the Study of Solar Radio Emission

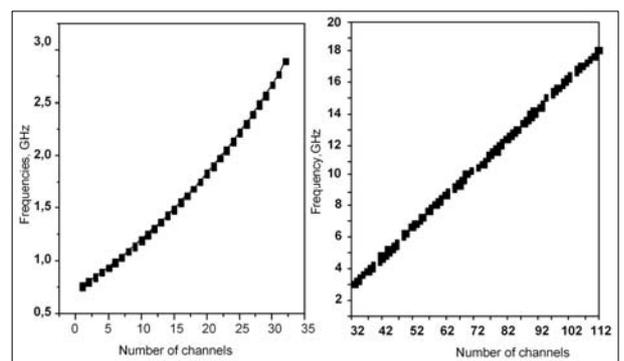


Рис. 65. Справа - совмещенный спиральный облучатель на две круговые поляризации во многооктавном диапазоне частот. Слева - размещение частотных каналов, перекрывающих многооктавный диапазон частот от 0.75 до 18.0 ГГц.

Fig. 65. Right: a combined spiral irradiator for two circular polarizations in the multi-octave frequency range. Left: positions of frequency channels, which cover the multi-octave frequency range from 0.75 to 18.0 GHz.

Завершено многополосное перекрытие частотного диапазона (0.75 - 18 ГГц) радиотелескопа введенным в строй комплексом с параллельным анализом спектра с 224 каналами регистрации поляризованного излучения и 112 частотными каналами, частотное разрешение которого составляет ~1% (рис. 65). В сочетании с большой эффективной площадью радиотелескопа эта аппаратура предоставляет новые возможности для исследования тонкой спектральной и поляризационной структуры радиоизлучения на уровнях нижней и средней короны в зарождающихся активных областях. Регулярные наблюдения Солнца проходят автоматическую обработку и выставляются в Интернете на сайте <http://www.spbf.sao.ru/prognoz/> через 4 минуты после проведения наблюдений.

В.М. Богод, С.В. Балдин, А.А. Перваков, С.Х. Тохчукова.

Создание системы автоматизированной многоканальной регистрации

Создана система сбора данных (рис. 66), используемая при регистрации многочастотных наблюдений Солнца, в которой по всем частотным

We completed the multi-band overlapping of the frequency range (0.75 - 18 GHz) of the radio telescope by the complex recently put into operation. This system performs parallel analysis of the spectrum with 224 registration channels of the polarized radiation and 112 frequency channels, the frequency resolution of the system is ~ 1% (Fig. 65). In combination with the large effective area of the radio telescope this equipment provides new opportunities for the studies of the fine spectral and polarization structure of radio emission at the levels of lower and middle corona in the emerging active regions.

Regular observations of the Sun are automatically processed and are presented on the Internet site <http://www.spbf.sao.ru/prognoz/> 4 minutes after the observation.

V.M. Bogod, S.V. Baldin, A.A. Pervakov, S.Kh. Tokhchukova.

Development of an Automated Multi-Channel Recording System

We have engineered a data acquisition system (Fig. 66), used in the registration of multi-frequency observations of the Sun, in which over all the frequency

каналам реализован режим регистрации полной мощности по двум круговым поляризациям одновременно. Программное управление наблюдением обеспечивает полную автоматизацию процесса регистрации и включает калибровку до, в течение и после наблюдений, а также анализ и управление усилением по каждому каналу в зависимости от величины входного сигнала, реализацию режима непрерывной калибровки, привязку к сигналам службы точного времени; запись метеорологической информации, управление колпаком входного рупора и др.



channels a full power registration mode for two circular polarizations simultaneously is implemented.

Software control of the observations provides full automation of the registration process and includes the calibration before, during and after the observations, as well as the analysis, and gain control for each channel depending on the value of the input signal, an implementation of the continuous calibration mode, referencing to the signals of the service of exact time, recording of weather information, control of the input horn cap etc.

Рис. 66. Новая система многоканальной регистрации, установленная на облучателе № 3.

Fig. 66. New system of multi-channel recording, installed in the Feed Cabin 3.

Программа обработки многоволновых наблюдений Солнца и опорных радиоисточников Workscan дополнена функциями коррекции инструментальных погрешностей и представления данных.

С.В. Балдин, В.И. Гараймов, С.Х. Тохчукова.

Центр анализа многоволновых наблюдений Солнца и солнечных прогнозов

The Workscan program complex for the reduction of the multiwavelength observations of the Sun and reference radio sources was supplemented by the functions of instrumental error correction and data representation.

S.V. Baldin, V.I. Garaimov, S.H. Tokhchukova.

Centre for the Analysis of Multiwavelength Observations of the Sun and Solar Forecasting

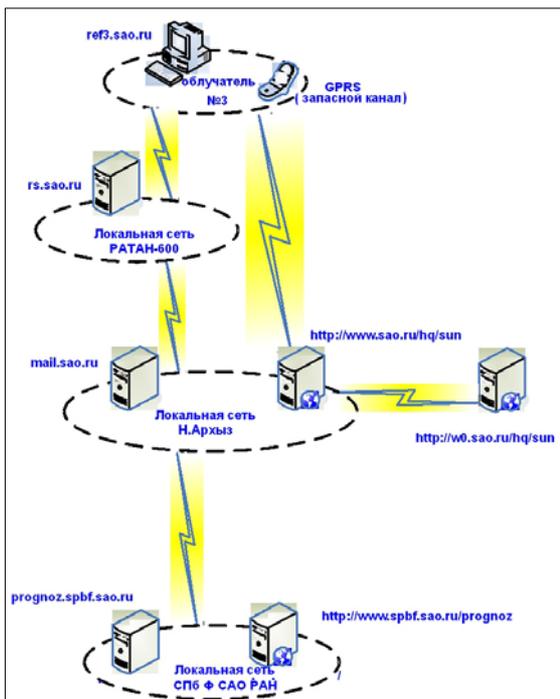


Рис. 67. Схема передачи данных с облучателя №3 на сервер в СПбФ САО РАН.

Fig. 67. The scheme of data transmission from the Feed Cabin 3 to the server of the St. Petersburg branch of the SAO RAS.

В систему PROGNOZ (<http://www.spbf.sao.ru/prognoz/>) добавлены новые функции:

- реализован режим удаленного доступа (рис. 67) СПбФ САО РАН – РАТАН-600 и интерактивная подготовка данных для наблюдательного цикла для кругового/плоского отражателя с расчетом эфемерид;
- автоматизированы наблюдения в многоазимутальном режиме с возможностью оперативной коррекции высоты и разработана обработка многоазимутальных данных, которая включает вычитание спокойного Солнца для наблюдений с выносом и укороченными залимбовыми записями, а также приложения для графического/табличного представления временных рядов T_a и др. (рис. 68);
- выполнена предварительная обработка наблюдений 2000-2005 гг. с конвертированием данных в формат системы PROGNOZ;
- реализованы интерактивные регулярные радионаблюдения Солнца с сопоставлением результатов с данными других наземных и спутниковых обсерваторий для решения задач диагностики солнечной плазмы и прогноза солнечной активности.

The PROGNOZ system (<http://www.spbf.sao.ru/prognoz/>) had new features added:

- remote observations mode (Fig. 67) for the St. Petersburg branch of the SAO RAS from the RATAN-600, and interactive data reduction for the observational cycle for the circular/flat reflector with calculation of the ephemeris;
- the observations in the multi-azimuth mode with the possibility of the on the fly correction of altitude were automated; the multi-azimuth data reduction technique was elaborated, which includes subtraction of the quiet Sun for the observations with the relief and shortened post-limb records. We as well developed the applications for graphical/tabular representation of the time series of T_a , etc. (Fig. 68);
- we performed preliminary reduction of the 2000-2005 observational data, converting the data into the PROGNOZ system format;
- we implemented regular interactive radio observations of the Sun; the results are further compared with the data from other ground- and space-based observatories to meet the challenges of the solar plasma diagnostics and forecasting of the solar activity.

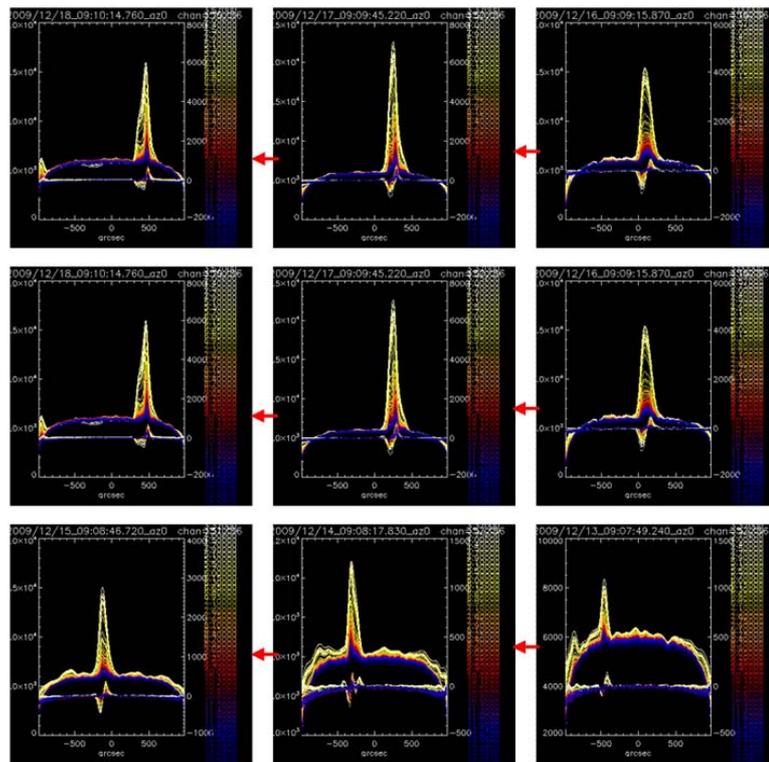


Рис. 68. Пример отображения ежедневных многоканальных данных радиоизлучения Солнца в системе PROGNOZ.

Fig. 68. Example of daily multi-channel solar radio emission data in the PROGNOZ system.

С.Х. Тохчукова., Т.И. Кальтман, Е.В. Модин, S.Kh. Tokhchukova, T.I. Kaltman, E.V. Modin,
В.И. Гараимов.