

РАДИОТЕЛЕСКОП РАТАН–600

ИТОГИ РАБОТЫ

В 2012 г. радиотелескоп РАТАН–600 работал в полном объеме (табл. 8) в основных штатных режимах. Наблюдения проводились в соответствии с программами, принятыми КТБТ (табл. 9). 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.

М. Г. Мингалиев.

RADIO TELESCOPE RATAN-600

SUMMARY OF OPERATION

In 2012 the RATAN-600 radio telescope was operating in full capacity (Tab. 8) in normal operation modes. The observations were carried out in accordance with the programmes accepted by the LTPC (Table 9) and involved the Northern and Southern Antenna Sectors, the Flat Reflector and secondary mirrors: Feed Cabin 1 (continuum), Feed Cabin 2 (radio lines), and Feed Cabin 3 (the Sun).

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

M.G. Mingaliev.

Таблица 8. Распределение наблюдательного времени между вторичными зеркалами РАТАН–600 в 2012 г.

Table 8. Observational time distribution between the secondary mirrors of the RATAN-600 in 2012.

Вторичное зеркало	Запланировано наблюдений	Проведено наблюдений	Secondary mirror	Observations scheduled	Observations made
№ 1: источники	17418	15812	№ 1: sources	17418	15812
№ 2: источники	7023	5992	№ 2: sources	7023	5992
№ 3: источники	1421	1346	№ 3: sources	1421	1346
<i>Итого:</i>	<i>25862</i>	<i>23150</i>	<i>Total:</i>	<i>25862</i>	<i>23150</i>

Таблица 9. Список проведенных на РАТАН-600 наблюдательных программ в 2012 г.

Заявитель	Институт/ страна	Краткое название программы
Богод В.В.	САО РАН	Измерение параметров антенной системы
Горшков А.Г.	ГАИШ МГУ	Исследование переменности активных галактических ядер
Ковалев Ю.Ю.	АКЦ ФИАН; NRAO, NASA GSFC (США); MPIfR (Германия)	Исследование центральных областей ядер активных галактик
Мингалиев М.Г.	САО РАН	Эволюция синхротронных радиоспектров объектов типа BL Lacertae
Парижский Ю.Н.	САО РАН, АКЦ ФИАН, Институт Университет Кембриджа (Великобритания)	Н.Бора (Дания); Генетический Код Вселенной
Рейхокайнен А.	Финляндия	Мониторинг ярких источников для миссии Планк
Сотникова Ю.В.	САО РАН	Многоволновое исследование GPS-источников и кандидатов
Столяров В.А.	САО РАН; Университет Кембриджа (Великобритания); CNRS (Франция)	Исследование SZ-эффекта в скоплении A2319
Трушкин С.А.	САО РАН; САО (США); CIFS (Италия); Университет Парижа (Франция)	Мониторинг радиоперемениости микрокварзаров (J1819-254, 1825-14, J911+04, J1915+105, J2033+40)

Table 9. List of observational programs carried out with RATAN-600 in 2012.

PI	Institution / Country	Short program title
Bogod V.V.	SAO RAS	Measurements of the antenna parameters
Gorshkov A.G.	SAI MSU	Study of variability of active galactic nuclear
Kovalev Yu.Yu.	ASC FIAN, NRAO, NASA GSFC (USA); MPIfR (Germany)	Study of central regions of AGN cores
Mingaliev M.G.	SAO RAS	Evolution of synchrotron spectra of BL Lacertae objects
Parijskij Yu.N.	SAO RAS, Borh Insitute (Denmark); Cambridge University (UK)	Genetic code of the Universe
Riehoakainen A.	Finland	The Monitoring of Bright Sources during the Planck Mission (Planck WG6n)
Sotnikova Yu.V.	SAO RAS	Multi-wave study of GPS sources and candidates
Stolyarov V.A.	SAO RAS, Cambridge University (UK), CNRS (France)	Investigation of SZ effect in A2319 cluster
Trushkin S.A.	SAO RAS, SAO (USA), CIFS (Italy), Paris University (France)	Monitoring of microquasar radio variability (J1819-254, 1825-14, J911+04, J1915+105, J2033+40)

ТЕХНИКА И МЕТОДЫ РАДИОАСТРОНОМИИ

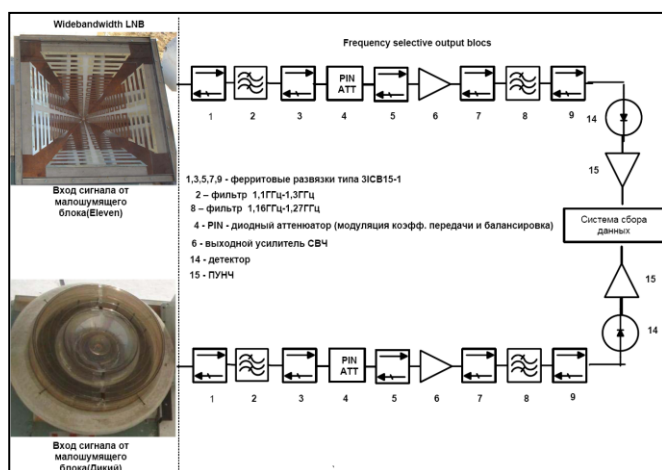
Продолжаются регулярные наблюдения по программе «Космологический Ген» на 16-канальной матричной радиометрической системе МАРС-3 в диапазоне 30 ГГц. Начат шестой многосуточный цикл, ведется сбор и первичная обработка полученного материала.

Завершена реконструкция трехчастотного приемного комплекса «Эридан», предназначенного для технического сопровождения этой программы в сантиметровом диапазоне волн. Радиометр введен в штатную эксплуатацию.

Использование в радиоастрономической аппаратуре современных неохлаждаемых транзисторных усилителей на гетероструктурах позволяет получить предельно низкие шумовые параметры и высокую надежность работы приемных комплексов без применения дорогостоящих и имеющих малый ресурс микрокриогенных систем водородного уровня охлаждения. Высокая чувствительность с применением маломощных транзисторных усилителей НПФ «Микран» (Томск) успешно реализована на четырех радиометрах.

Начаты работы по созданию нового криогенной двухчастотной радиометрической системы диапазонов 20 и 30 ГГц с охлаждением до 70°K с помощью системы Cryotiger фирмы Polycold Systems. НИРФИ (Н.Новгород).

МЕТОД АДАПТИВНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ БОРЬБЫ С РАДИОПОМЕХАМИ



TECHNIQUES AND METHODS OF RADIO ASTRONOMY

Regular observations under the program «Genetic Code of the Universe» continue with the 16-channel matrix radiometric system MARS-3 on the 30 GHz range. The sixth multi-day cycle started. Data are gathered, and the preliminary processing of the obtained material is done.

We completed reconstruction of the three-frequency reception complex «Eridanus» meant for technical support of this program in the centimeter wavelength range. The radiometer was put into standard operation.

The usage of modern uncooled heterostructure transistor amplifiers in radio astronomical equipment allows us obtaining the limit low noise parameters and high reliability of reception complexes without applying expensive microcryogenic systems of hydrogen-level cooling, which, in addition, have small resources.

High sensitivity in application of low-noise transistor amplifiers by RPC «Micran» (Tomsk) was successfully implemented in four RATAN-600 radiometers.

The work has begun on production of a new cryogenic two-frequency radiometric system of the ranges 20 and 30 GHz. The cooling down to 70°K was implemented with the help of the Cryotiger system by Polycold Systems (RRPhI, N.Novgorod).

ADAPTIVE FILTERING METHOD FOR INTERFERENCE CONTROL IN RADIO RANGE

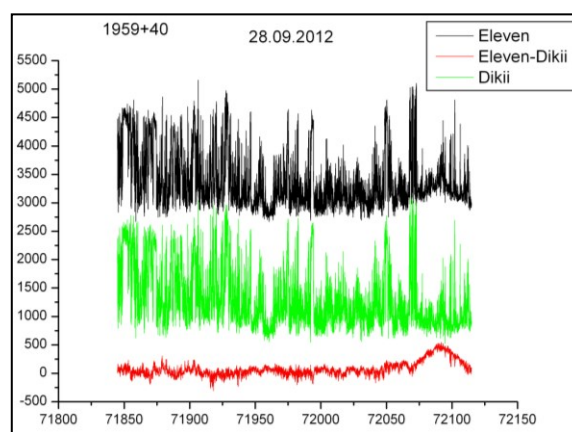


Рис. 37. Слева - схема выходных блоков системы адаптивной фильтрации радиометров в дециметровом диапазоне на RATAN-600. Справа - результат адаптивной фильтрации, волна 25 см, источник 1959+40.

Fig. 37. Left – the scheme of output units of the adaptive filtering system of RATAN-600 radiometers in the decimeter wavelength range. Right – the result of adaptive filtering, the wavelength 25 cm, the source 1959+40.

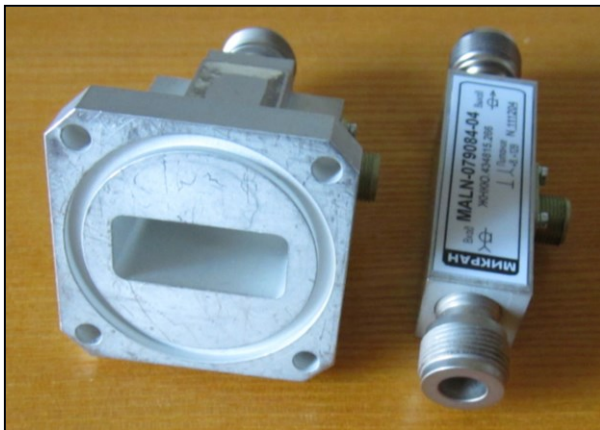
Для реализации нового подхода к построению схемы радиометров сплошного спектра дециметрового диапазона волн в рамках работ по теме «Октава» (Отчет САО РАН 2010, с. 69; Отчет

On implementation of a new approach to the scheme construction of continuum radiometers of the decimeter wavelength range in the context of work on the topic «Octava» (SAO Report 2010, p. 69; SAO Report 2011,

САО РАН 2011, с. 68) на облучателе №1 в дополнение к антенне «Eleven» на противоположном конце фокальной линии смонтирована вспомогательная антенна «канала помехи» (конструкции В.Н.Дикого). Система состоит из двух идентичных радиометров, подключённых к разным первичным облучателям. Блок-схема системы адаптивной фильтрации показана на рис. 37 (слева). Результат работы адаптивного фильтра приведен на рис. 37 (справа). Первые положительные результаты в экспериментах по использованию адаптивной фильтрации для борьбы с электромагнитными помехами в дециметровых диапазонах позволяют надеяться на возвращение для радионаблюдений хотя бы части рабочих полос в диапазонах длин волн 12.5 и 25 см.
Н.Н. Нижельский.

МОДЕРНИЗАЦИЯ КРИОРАДИОМЕТРА ДИАПАЗОНА 2.7 СМ

Учитывая положительный опыт применения малошумящих неохлаждаемых усилителей (рис. 38) в радиометре «Эридан-2» (Отчет САО РАН 2011, с. 68-69), проведена реконструкция криогенного радиометра диапазона 2.7 см. облучателя №1. Изношенность микрокриогенной системы водородного уровня этого радиометра приводила к существенным потерям наблюдательного времени. При повышении общей шумовой температуры системы радиотелескоп–радиометр всего на 12% (с 70°K до 80°K) от расчетной (при глубоком охлаждении до 15-20°K) была значительно улучшена стабильность и надежность работы приемника, а потери наблюдательного времени из-за отказа криогенной аппаратуры сведены к нулю.



Планируется перевод на малошумящие усилители этой фирмы криорадиметра на волну 3.9 см. Из-за наличия электромагнитных помех в рабочей полосе радиометра предполагается изменение полосы приема в высокочастотную сторону до центральной волны 3.6 см.
Н.Н. Нижельский.

p. 68) at Feed Cabin 1, an auxiliary antenna of «an interference channel» (designed by V.N. Dikiy) was mounted at the opposite end of the focal line in addition to the antenna «Eleven».

The receiving equipment system consists of two identical radiometers connected to different primary feed cabins.

The block diagram of the adaptive filtering system is shown in Fig. 37 (left). The result of operation of the adaptive filter is shown in Fig. 37 (right).

First positive results in experiments on the use of the adaptive filtering for controlling electromagnetic interference in RATAN-600 decimeter wavelength ranges allow us hoping to the return of at least a part of operational bands in the wavelength ranges 12.5 cm and 25 cm for radio observations.

N.N. Nizhelsky.

MODERNIZATION OF THE 2.7-CM CRYO RADIOMETER

Taking into account positive experience of application of uncooled low-noise amplifiers (Fig. 38) in «Eridanus-2» (SAO Report 2011, pp 68-69), a reconstruction was done at the cryogenic 2.7-cm radiometer of Feed Cabin 1.

The wear of the microcryogenic hydrogen-level system of this radiometer was leading to considerable loss of observational time at this wavelength.

With increasing the total noise temperature of the system «radiotelescope-radiometer» only by 12% (from 70°K to 80°K) of the design deep-cooling value 15-20°K, the receiver operation stability and reliability increased considerably, and the loss of observational time caused by cryogenics failures was reduced to zero.

Рис. 38. Входной и выходной усилители диапазона 7.9-8.7 ГГц производства НПФ «Микран» с шумами 0.3 дБ и 0.9 дБ соответственно (г.Томск).

Fig. 38. Input and output amplifiers of the range 7.9-8.7 GHz produced by RPC «Micran» (Tomsk) with the noises 0.3 dB and 0.9 dB respectively.

It is planned to shift the 3.9-cm cryoradiometer of to low-noise amplifiers of this firm. Because of electromagnetic interferences in the radiometer operative band it is planned to shift the receiving band to the high-frequency side with the central wavelength 3.6 cm.

N.N. Nizhelsky.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНТЕННЫ

Модернизация щитов. Проведены испытания модернизированного щита N721 с шаговым сервоприводом по радиусу со скоростью 10:1 к нынешней и по углу места с синхронным сервоприводом Festo со скоростью 20:1 к нынешней. За 2 месяца щитом пройдено в непрерывном режиме 60 тыс. перемещения по радиусу и за один месяц 60 тыс. перемещения по углу места (испытания по углу продолжаются). Одновременно с работой привода проверяется работа новых высокоточных гибридных редукторов и ШРУСов. С использованием лазерной геодезии получена повторяемость позиционирования по радиусу немодernизированного и модернизированного щитов СКО=0.2 мм и 0.02 мм соответственно.

V.B. Khaikin, ZMI (Moscow), Festo (StPetersburg), ООО «Нева Технолodgeji».

Система позиционирования облучателя №2. На облучателе №2 установлен датчик положения – лазерный сканер по штрих-коду Leuze Electronics с сервисной программой измерения и визуализации. Выполнены наблюдения в режиме обзора. Показано, что суточные изменения в положении облучателя при контроле положения обычной рулеткой составляют ± 3 мм. Подготовлена к испытаниям программа работы с датчиком положения и сохранения данных измерений с возможностью подключения датчика положения к компьютеру, управляющему приводом Sew Eurodrive для перевода системы позиционирования на одну программную платформу.

Юстировка щитов по геостационарному спутнику. Успешно выполнена с облучателя №2 юстировка по трем координатам одной группы щитов Северного сектора по сигналу геостационарного спутника Turksat 3A Ku диапазона в целях измерения кинематических ошибок щитов в рабочем положении антенны. Выявлены кинематические ошибки в рабочем положении щитов до 1 мм по радиусу. По двум спутникам Turksat (42°E) и Nigcomsat R (42.5°E) на волне 2.7 см измерены диаграммы направленности одной группы щитов радиотелескопа до и после выполнения юстировки. Отмечена высокая позиционная стабильность спутника и мощности излучаемого им сигнала. Наряду с повышением эффективности антенны в меридиане антенные измерения по разным геостационарным спутникам позволят повысить эффективность многоазимутальных наблюдений и изучить характеристики антенной системы Юг+Плоский, РАТАН-600 с третичным зеркалом.

Контроль погодных условий для наблюдений в миллиметровом диапазоне. На краю каретки облучателя №2 установлен и подключен к штатной

OPTIMIZATION THE ANTENNA PERFORMANCE

Modernization of panels. The upgraded panel 721 was tested with the step servodrive on radius at a rate 10:1 to the current one and on elevation angle with the synchronous servodrive Festo at a rate 20:1 to the current one.

During 2 months the panel had passed 60.000 of radius shifts of the continuous mode and 60.000 of elevation angle shifts during a month (the angle testing goes on).

Simultaneously with operation of the drive, the work of new high-precision hybrid reducers and CVDs is being tested. Using laser geodesy, we obtained repetition of radius positioning of non-upgraded and upgraded RATAN-600 panel with RMS = 0.2 mm and 0.02 mm respectively.

V.B. Khaikin, ZMI (Moscow), Festo (StPetersburg), «Neva Technology».

The positioning system of the Feed Cabin 2. A position sensor – the Leuze Electronics laser bar-code scanner with the service program of measuring and visualization – was set in Feed Cabin 2. Observations in the survey mode were carried out. It was shown that daily change of the feed cabin position is ± 3 mm when measuring position with a usual tape-measure.

We prepared to testing the programs of operation with the positioning sensor and measurement data retention, with a possibility to further connection of the positioning sensor to a computer controlling the Sew Eurodrive drive to changeover the positioning system to one software platform.

Panel adjustment by a geostationary satellite. The 3-coordinate adjustment of one group of Northern-Sector panels by signal of the geostationary satellite Turksat 3A of the Ku range was successfully carried out from Feed Cabin 2 with the purpose of measuring kinematic errors in the antenna operative position.

Kinematic errors in the operative position of panels achieving 1 mm in radius were revealed.

Beam patterns of one group of radiotelescope panels at the wavelength 2.7 cm were measured with two satellites Turksat (42°E) and Nigcomsat R (42.5°E) before and after adjustment.

A high stability of the satellite positioning and power of its signal was noted.

Along with the increase of the antenna efficiency in meridian, the antenna measurements by different geostationary satellites allow us increasing the efficiency of multi-azimuth observations and studying the parameters of the antenna system South+Flat, RATAN-600 with a tertiary mirror.

Monitoring weather conditions for observations in the millimeter range. A high-precision atmospheric radiometer with the sky-reference horn at the wavelength

системе сбора высокоточный атмосферный радиометр с опорным рупором в небо на волну 8 мм для контроля атмосферы в режиме обзора с разнесом оси диаграммы направленности более 10' относительно осевого луча. С его помощью проведены пробные успешные наблюдения источника 3C84 на волне 8 мм с выносом рупора радиометра из фокуса более 1 м. В атмосферном радиометре достигнута высокая степень подавления 1/f шума в разностном сигнале каналов радиометра (основного и рупор в небо), которая необходима для регистрации и анализа атмосферных флуктуаций, ограничивающих предельно достижимую чувствительность РАТАН-600 в режиме глубокого коротковолнового обзора.

Разработано программное обеспечение на платформе Labview системы сбора данных нового поколения Advantech (16 каналов, 16 разрядов, частота опроса 200 КГц). Система подготовлена для тестирования радиометров и антенных измерений на РАТАН-600, включая многолучевые измерения с третичным зеркалом и решеткой рупоров 4x4, для выполнения автоматических юстировок главного зеркала в режиме автоколлимации и по сигналу геостационарных спутников.

Запущен в штатную эксплуатацию шаговый сервопривод на каретке облучателя №3. Достигнута точность позиционирования каретки ± 1 мм в 80% установок. В 20% установок отмечены ошибки ± 2 мм и более, возникающие из-за люфта штатного редуктора, требующего модернизации. Проведена подготовка к запуску в эксплуатацию аналогичного привода на каретке облучателя №2 со сканером штрих-кода в цепи ОС сервопривода для гарантированного позиционирования каретки с максимально допустимой ошибкой ± 1 мм.

В.Б. Хайкин, А.А. Стороженко, Н.Н. Бурсов, С.В. Шлензин, М.К. Лебедев.

8 mm was mounted at the end of the Feed Cabin 2 carriage for controlling atmosphere in the survey mode with the space between the directional diagram and the axis beam more than 10'.

With the help of the receiver the successful test observations of the source 3C84 were carried out at the wavelength 8 mm with the carrying of the radiometer horn from focus to more than 1 m. A high level of suppressing the 1/f noise was achieved in the difference signal of atmosphere radiometer channels (the main one and the sky horn) which is necessary for registration and analysis of atmosphere fluctuations restricting the limit-achievable sensitivity of RATAN-600 in the mode of deep short-wave survey.

On the platform Labview the new-generation software Advantech for the data gathering system was developed (16 channels, 16 digits, the sampling frequency 200 kHz). The system was prepared for testing RATAN-600 radiometers and measuring antenna including multibeam measurements with the tertiary mirror and the 4x4 array of horns, for automatic adjustment of the main mirror in the autocollimation mode and by signal from geostationary satellites.

The step servodrive on the carriage of Feed Cabin 3 was put into normal operation. In 80% of positioning the precision of the carriage positioning ± 1 mm was achieved. In 20% of positioning the errors ± 2 mm and more were noted, which were caused by a backlash of the standard reducer needing modernization. The preparation was made to the commissioning of the analogous drive on the Feed Cabin 2 carriage with the bar-code scanner in the layout of drive train for the guaranteed positioning of the carriage with the maximum admissible error ± 1 mm.

V.B. Khaikin, A.A. Storozhenko, N.N. Bursov, S.V. Shlenzin, M.K. Lebedev.