

## ТЕХНИКА И МЕТОДЫ РАДИОАСТРОНОМИИ

### МАТРИЧНАЯ СИСТЕМА МАРС–2.

Разработана, исследована и введена в эксплуатацию на РАТАН–600 вторая версия матричной радиометрической системы МАРС–2. Система работает на волне 1 см и состоит из трех идентичных радиометрических каналов, выполненных по модуляционной схеме и объединенных общими системами калибровки, питания, управления и сбора данных.

Шесть входных рупоров системы располагаются вдоль фокальной линии вторичного зеркала № 1 радиотелескопа с шагом 20 мм. Каждый элементарный радиометр состоит из двух входных рупоров, подсоединенных к входному переключателю (модулятору). К третьему плечу переключателя подключен приемный модуль (рис. 46).

Регистрируется разность двух линейно-поляризованных ( $\pm 45^\circ$ ) компонент сигнала (параметр Стокса  $Q$ ). Входной переключатель (модулятор) – волноводного типа, на основе магнитной системы с прямоугольной петлей гистерезиса (с магнитной “памятью”). Отличается широкой полосой частот (4 ГГц), высоким быстродействием (время переключения  $\leq 2$  мкс) и низкими потерями ( $\leq 0.3$  дБ).

За основу новой приемной системы взят первый образец радиометрического модуля МАРС–1 (Berlin A.B. et al., A&A Transactions, 2000, 19, 558), но в значительной степени доработанный. Модуль сконструирован по схеме прямого усиления. Входной трехкаскадный усилитель выполнен по гибридной технологии на GaAs чип-транзисторах. В оконечных каскадах применены монолитные усилительные интегральные схемы СВЧ диапазона. При габаритах каждого усилительного модуля 13x24x59 мм реализованы следующие параметры: эквивалентная шумовая температура системы около 250 К (для собственно усилительной части  $\leq 180$  К) при центральной частоте 30 ГГц и коэффициенте усиления  $\geq 65$  дБ в полосе частот 4 ГГц.

Со второй половины 2002 г. этот макет (рис. 47) уже используется для исследований поляризации фоновых излучений и является самым чувствительным на РАТАН–600 при изучении объектов любой природы со спектром излучения, близким к чернотельному (планеты и спутники, ядра галактик и квазаров с большой оптической толщей в релятивистском или тепловом газе, эффект Сюняева–Зельдовича и др). По состоянию на конец января 2003 года проведено 1147 наблюдений около 100 различных областей неба размером с масштаб горизонта событий на момент рекомбинации водорода ( $1^\circ$ ) с разрешением до  $5''$  по прямому восхождению. Получено более 30 суточных запи-

## RADIO ASTRONOMY TECHNIQUES

### THE MATRIX SYSTEM MARS–2

The second version of the matrix radio astronomy system MARS–2 was developed and put into operation at RATAN–600. The system operates at the 1 cm wavelength and consists of three identical switched mode radiometric channels and united by common systems of calibration, power supply, control and data acquisition.

Six input horns of the system are arranged along the focal line of the radio telescope secondary mirror No.1 with a step of 20 mm. Each elementary radiometer consists of two input horns connected to the input switch (modulator). A receiver module is connected to the third arm of the switch (Fig.46).

The difference between two linearly polarized ( $\pm 45^\circ$ ) components of the signal (Stokes parameter  $Q$ ) is registered. The input switch (modulator) is of waveguide type based on a magnetic system with a square hysteresis loop (with magnetic “memory”). It is characterized by a wide frequency band (4 GHz), high speed of operation (the switching time  $\leq 2$   $\mu$ s) and low losses ( $\leq 0.3$  dB).

The receiving system is based on the first specimen of the radiometric module MARS–1 (A.B. Berlin et al. A&A Transactions, 2000, 19, 558) but largely modified. The module is designed as a straight amplifier. The input three-stage amplifier is made by the hybrid technology, with GaAs transistors. At the back-end stages monolithic integrated circuits are used. With the overall dimensions of each receiver module 13x24x59 mm the following parameters are realized: the equivalent noise temperature of the system about 250 K (for the receiver part proper  $\leq 180$  K) at the central frequency of 30 GHz and gain  $\geq 65$  dB in a frequency band of 4 GHz.

Since the second half of 2002 this system has been used to investigate polarization of background radiations and is the most sensitive at RATAN–600 when studying objects of any nature with the emission spectrum close to black–body one (planets, satellites, galactic nuclei and quasars with a great optical depth in relativistic or thermal gas, the Syunyaev–Zeldovich effect and others). As of late 2003 January, 1147 observing sessions were carried out of about 100 sky regions of the size of the horizon of events for the moment of hydrogen recombination ( $1^\circ$ ) with a resolution up to  $5''$  in right ascension. More than 30 daily records of the Universe background radiation polarization were obtained. The accumulation of data

сей поляризации фонового излучения Вселенной, накопление данных продолжается.

В реальном наблюдательном цикле для каждого элементарного радиометра реализуется достигнутая без охлаждения чувствительность  $6 \div 8 \text{ мК/с}^{1/2}$  (в зависимости от состояния атмосферы и угла возвышения антенны над горизонтом), которая уже сравнима с чувствительностью криогенного радиометра РАТАН–600 близкого диапазона 1.4 см (рис. 48). (Этот криорадиометр имеет полосу 2.5 ГГц и охлаждается до 15 К с помощью весьма дорогостоящей и трудоемкой в эксплуатации микрокриогенной системы. Реализуемая в хороших погодных условиях его чувствительность на средних углах возвышения антенны РАТАН-600 составляет около  $5 \text{ мК/с}^{-1/2}$ ). При увеличении числа каналов до 2-х матричная система становится не хуже, а при работе 3-х и более каналов лучше единичного криорадиометра предельной чувствительности.

Рассмотрены также варианты новой высокочувствительной матрицы (МАРС-3) на основе коммерчески доступной элементной базы (А.Б. Берлин, Отчет САО № 292, 2002). Предложена общая схема построения парциальных радиометрических каналов (до 100 и более) и несколько вариантов ее практической реализации. Рассмотрены варианты схемы: одноканальная модуляционная с эквивалентом и двухканальная модуляционная с эквивалентом. Способы охлаждения до физических температур: 20К – с помощью МКС, 80К – азот, заливной вариант или МКС–, 200К – криогенный вариант с твердой углекислотой– и 310К – без охлаждения, вариант с “теплым” термостатом. Количество рупоров в матрице – от 12 до 128. Расчеты проведены также для двух волн: 1.0 и 1.9 см. При анализе учтены технический, экономический и организационный аспекты проблемы. Предполагается, что система РАТАН–600/МАРС–3 будет конкурентоспособна с рядом зарубежных проектов по исследованию флуктуаций реликтового фона.

*А.Б. Берлин, Н.А. Нижельский, Ю.Н. Парийский, М.Г. Мингалиев, А.А. Балановский, А.В. Богданцов, П.Г. Цыбулев совместно с А.М. Пилипенко (ОАО НПП “Сатурн”, Киев, Украина), В.В. Смирновым (“Феррит-Домен”, Санкт-Петербург)*

## ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

В 2001–2002 гг. полностью завершены работы по юстировке поверхности щитов и закреплению юстировочных винтов на щитах Северного, Южного, Западного секторов и Плоского отражателя. Средняя квадратическая ошибка полученной поверхности в результате составила 0.2 мм (снижена с 1.0–1.4 мм).

is being continued.

In an actual observational cycle, a sensitivity of  $6 \div 8 \text{ мК/с}^{1/2}$  without cooling (depending on the atmosphere state and the angle of elevation of the antenna above the horizon) is realized for each elementary radiometer, which is comparable with the sensitivity of the cryogenic radiometer of RATAN–600 of the close range of 1.4 cm (Fig.48). (This cryoradiometer has a band width of 2.5 GHz and is cooled down to 15 K by means of the closed-cycle cooling system, which is very expensive and labour-consuming in operation. Its sensitivity realized under good weather conditions at average angles of the RATAN–600 antenna elevation is about  $5 \text{ мК/с}^{-1/2}$ ). With increasing the number of channels to 2, the matrix system becomes no worse, and with operation of 3 and more channels it is better than a single cryoradiometer of ultimate sensitivity.

Versions of a new high frequency matrix (MARS–3) based on commercially accessible components (A.B. Berlin, Report of SAO, No.292, 2002) were also discussed. A general design principles of partial radiometric channels (up to 100 and more) and a few variants of its implementation in practice was proposed. Two variants of the scheme were considered: a one-channel switching mode with a dummy load and a two-channel modulation with a dummy load. The ways of cooling to physical temperatures: 20 K –with the aid of helium cooler, 80 K – nitrogen, 200 K – the cryogenic variant with hard carbon dioxide and 310 K – without cooling, the version with a “warm” thermostat. The number of horns in the matrix under discussion is from 12 to 128. Computations were also performed for two wavelengths: 1.0 and 1.9 cm. When analyzing the problem, engineering, economic and management aspects were taken into account. The system RATAN-600/MARS-3 is supposed to be competitive with a number of foreign projects in investigation of microwave background fluctuations.

*A.B. Berlin, N.A. Nizhelsky, Yu.N. Parijskij, M.G. Mingaliev, A.A. Balanovsky, A.V. Bogdantsov, P.G. Tsybulev in collaboration with A.M. Pylypenko (JSI “Saturn”, Kiev, Ukraine), V.V. Smirnov (“Ferrit-Domen”, St.-Petersburg)*

## GEODETIC ACTIVITIES

The work on the adjustment of the surfaces of the panels and fixing the screws on panels of the North, South and West sectors and the Flat Reflector was completed. In the end, the root–mean–square error of the obtained surface was 0.2 mm (reduced from 1.0–1.4 mm).

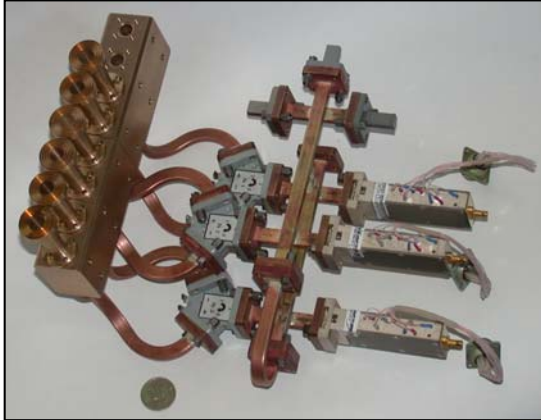


Рис. 46. СВЧ часть МАРС-2.

Fig.46. SHF part of MARS-2.



Рис. 47. МАРС-2 на фокальной линии вторичного зеркала РАТАН-600.

Fig.47. MARS-2 in the focal line of the secondary mirror of RATAN-600.

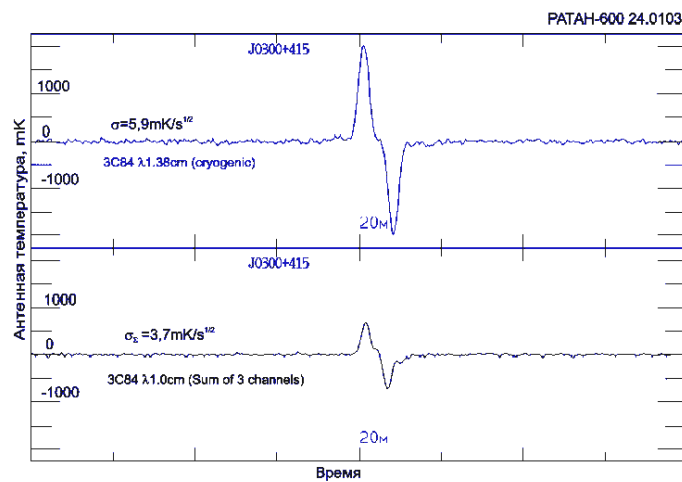


Рис. 48. Сравнение чувствительности МАРС-2 (три канала) и криорадиометра диапазона 1.4 см РАТАН-600.

Fig.48. Comparison of sensitivities of MARS-2 (three channels) and cryoradiometr of 1.4 cm of RATAN-600.

Проведена проверка состояния поверхности щитов Северного сектора, разрабатывается новая методика повышения точности юстировки поверхности.

Разработана новая методика юстировки щитов Южного сектора по радиусу, азимуту и углу места, при использовании которой существенно снижается время проведения юстировки и появляется возможность юстировки отдельных элементов.

Частично обновлен банк поправок за нивелировку Южного сектора. Обновлены поправки по углу места Плоского отражателя. Проведена калибровка угломестных винтов Северного сектора после их замены. Таким образом, происходит постоянное обновление кинематических поправок, что существенно улучшает качество отражающей поверхности антенны радиотелескопа.

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

#### **РАСЧЕТ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ РАТАН–600 В ИНТЕНСИВНОСТИ И ПОЛЯРИЗАЦИИ С УЧЕТОМ ДИФРАКЦИОННЫХ ЭФФЕКТОВ**

Завершен цикл расчетов элементов матрицы Мюллера РАТАН–600, связывающих параметры Стокса на входе и выходе антенны, с учетом дифракционных эффектов в пространстве между главным и вторичным зеркалами. Учет дифракционных эффектов, а также более корректный учет вертикального размера щита, позволили уточнить форму диаграммы направленности (ДН) радиотелескопа как в интенсивности, так и в поляризации. Было показано, что мощностные ДН радиотелескопа ( $M_{11}$ ) и элементы матрицы Мюллера ( $M_{32}$ ,  $M_{41}$ ), рассчитанные с учетом этих эффектов, имеют меньшую протяженность в вертикальной плоскости, чем считалось ранее. Изменение размеров и формы ДН наблюдается как для сфокусированной антенны, так и при наличии aberrаций (рис. 49). Уменьшение телесного угла, занимаемого ДН, оказалось тем значительнее, чем меньше высота источника и чем длиннее волна, так что на длинных волнах влияние путаницы будет гораздо слабее, чем предполагалось ранее. Учет дифракционных эффектов приводит также к сужению безабберационной зоны антенны вблизи зенита. Проведена оценка доли линейной и круговой паразитной поляризации от антенны при моделировании прохождения через ее ДН протяженных источников во всем рабочем диапазоне длин волн РАТАН–600. Оценена доля паразитной линейной поляризации, связанной с несимметрией ДН рупоров в E– и H– плоскостях. Расчеты показали, что доля линейной паразитной поляризации от антенны при исследованиях флуктуаций реликтового фона на РАТАН–600 (проект “Космологический ген”) не превысит 1% даже при достаточно больших выносах первичных облуча-

A check of the state of the panel surfaces of the North sector was performed, a new procedure to improve the precision of surface adjustment is being developed.

A new technique for the adjustment of the South sector panels in radius, azimuth and position angle was worked out, which, when applied, would reduce essentially the adjustment time and make it possible to adjust individual panels.

The bank of corrections for the leveling of the South sector was partially updated. The position angle corrections of Flat reflector were updated. Calibration of position–angle screws of the North sector was carried out. Thus, the kinematic corrections are continuously updated, which improves appreciably the reflecting surface quality of the radio telescope antenna.

*S.Ya. Golosova, V.I. Zharov, V.F. Milenko, E.K. Khilkova*

#### **COMPUTATION OF THE BEAM PATTERN OF RATAN–600 IN INTENSITY AND POLARIZATION WITH ALLOWANCE FOR DIFFRACTION EFFECTS**

A cycle of calculations of the elements of the Muller matrix, which connect the Stokes parameters at the input and output of the antenna with allowance made for the diffraction effects in the space between the main and secondary mirrors is completed. Allowance for the diffraction effects and also more correct provision for the vertical size of the panel permitted the shape of beam pattern (BP) of the radio telescope to be refined both in intensity and polarization. It was shown that the power BPs of the radio telescope ( $M_{11}$ ) and the Muller matrix elements ( $M_{32}$ ,  $M_{41}$ ), calculated with these effects allowed for, have a smaller extent in the vertical plane than it was considered earlier. The variation in the size and shape is observed both for the focused antenna and in the presence of aberrations (Fig.49). The decrease in the solid angle taken by the BP turned out to be the more significant, the lower the source elevation and the longer the wavelength; so the influence of confusion will be then weaker than it was previously supposed. Taking into account of the diffraction effects also leads to the narrowing of the unaberration zone near the zenith. An estimate was made of the proportion of linear and circular stray polarization from the antenna when modeling transit of extended sources across its BP in the whole wavelength working range of RATAN–600. The proportion of stray linear polarization associated with the asymmetry of the horns BP in the E and H planes is estimated. Calculations showed that the share of linear spurious polarization from the antenna in investigating the microwave background fluctuations at RATAN–600 (the project “Cosmological Gene”) does not exceed 1% even at large displacements of the primary feed from the focus, provided that the asymmetry of the horns BP in

чателей из фокуса, если асимметрия ДН рупоров в E– и H– плоскостях составит не более 10%.

Проведены контрольные измерения вертикальных ДН РАТАН–600 с помощью опорных точечных источников, которые показали очень хорошее совпадение расчетных и экспериментальных диаграмм направленности вплоть до уровня 0.03 от максимума ДН.

Созданная на основе уже имеющихся программ, программа расчета двухмерной ДН РАТАН–600 может быть полезна при моделировании глубоких обзоров. Хорошее совпадение результатов счета с экспериментальными данными позволит осуществлять с ее помощью более глубокую обработку данных и “чистить” записи от сильных фоновых источников, проходящих через ДН далеко вне ее оси. Расчеты элементов матрицы Мюллера при предельных выносах облучателя из фокуса дают материал, важный при конструировании фокальных решеток и выборе их размеров.

*Е.К. Майорова*

#### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ (ДН) РАТАН–600**

Измерения потоков и распределений радиояркости протяженных космических источников, обработка данных глубоких обзоров и исследование анизотропии реликтового фона требуют точного знания ДН радиотелескопа в большом телесном угле и во всем рабочем диапазоне длин волн.

В трех циклах наблюдений точечных опорных источников (2001–2002 гг.) была подробно исследована диаграмма направленности (ДН) РАТАН–600 в широком диапазоне высот и длин волн при сфокусированной антенне и при наличии aberrаций. Измерения проведены в диапазоне длин волн от 1.4 до 49 см на высотах источников от 10 до 90°. В большом телесном угле до 4 кв. град. главный лепесток ДН измерен до уровня 0.005 от максимума. Получены зависимости максимальных значений ДН в горизонтальных сечениях от величины выноса сечения относительно центрального по высоте,  $F_{\max}(\Delta H)$ . Проведено сравнение кривых прохождения радиоисточников через различные горизонтальные сечения ДН с расчетными кривыми, соответствующими этим сечениям. По экспериментальным сечениям построены двухмерные ДН РАТАН–600 (рис. 50).

Сравнение расчетных и экспериментальных зависимостей  $F_{\max}(\Delta H)$ , а также кривых прохождения источников через различные горизонтальные сечения ДН с расчетными кривыми, показало хорошее согласие экспериментальных данных и результатов расчета по программе, в которой учитываются дифракционные эффекты в зоне Френеля и конечная ширина кольца главного зеркала.

the E and H planes is no more than 10%.

Test measurements of vertical BPs of RATAN–600 were conducted with the aid of reference point sources, which showed very good agreement of the computed and experimental beam patterns up to a level of 0.03 of the maximum BP.

A program of computation of the two-dimensional BP of RATAN–600 created on the basis of the programs already available may be useful in modeling of deep surveys. The good agreement of the results of calculations with the experimental data will make it possible to realize with its help deeper processing of data and “cleaning” records from background sources passing across the BP far off its axis. Calculations of the Muller matrix elements at ultimate displacements of the feed cabin from the focus provide data important for constructing focal gratings and choosing their sizes.

*E.K. Majorova*

#### **EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE BEAM PATTERN (BP) OF RATAN–600**

Measurements of fluxes and distributions of radio brightness of extended cosmic sources, reduction of data of deep surveys and investigation of anisotropy of the microwave background require accurate knowledge of the BP of the radio telescope in a large solid angle and in the whole working range of wavelengths.

In three cycles of observations of point sources (2001–2002), a comprehensive study of the BP of RATAN–600 was carried out in a wide range of elevations and wavelengths with the focused antenna and in the presence of aberrations. The measurements were made in a wavelength range from 1.4 to 49 cm at elevations of sources from 10 to 90°. In a large solid angle, up to 4 sq.degr, the main lobe of the BP is measured to a level of 0.005 of the maximum. Relations between the maximum BP values in horizontal sections and the value of the height displacement of the section with respect to the central one,  $F_{\max}(\Delta H)$  were derived. A comparison of the curves of transit of radio sources across different horizontal sections with the computed curves corresponding to these sections was made. From the experimental sections two-dimensional BPs of RATAN–600 were constructed (Fig. 50).

A comparison of the computed and experimental relations  $F_{\max}(\Delta H)$  and also the drift scans of sources across different sections of the BP with the calculated curves showed good agreement between the experimental data and the results of calculations on the program in which the diffraction effects in the Fresnel zone and the finite ring width of the main reflector were taken into account. When the antenna

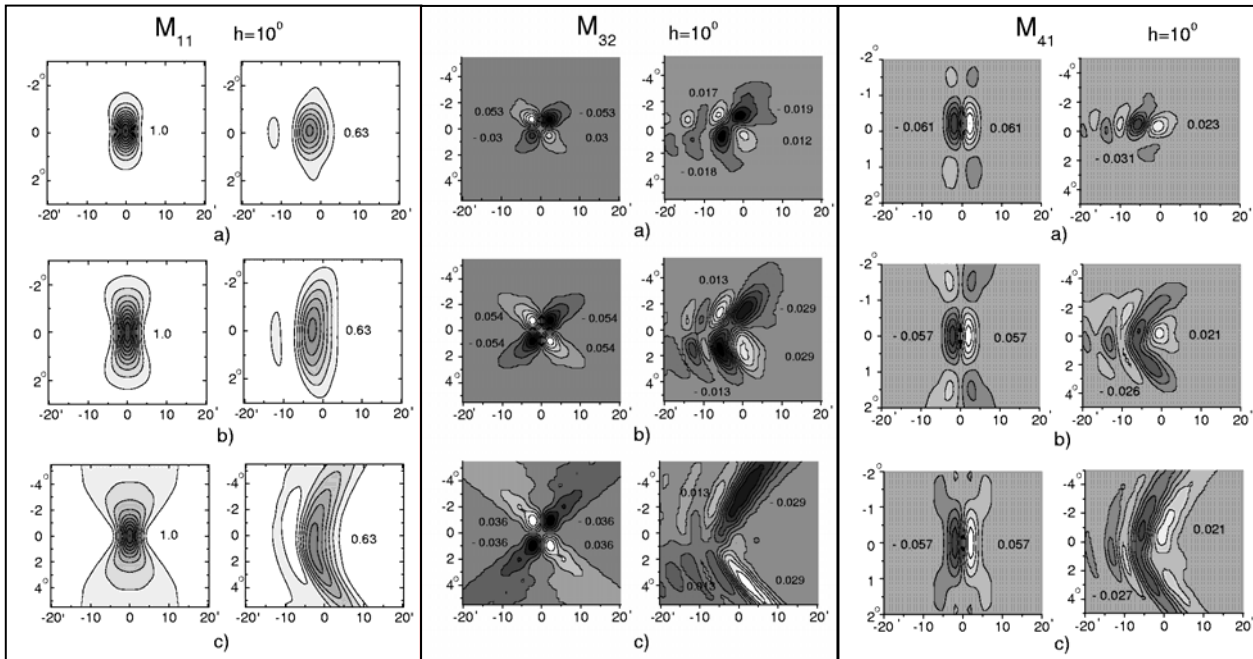


Рис. 49. ДН РАТАН-600 в интенсивности ( $M_{11}$ ) и поляризациях ( $M_{32}$ ,  $M_{41}$ ) на волне 32 см, рассчитанные в дифракционном приближении с учетом вертикального размера щита (а), в приближении геометрической оптики с учетом вертикального размера щита (б), и в приближении геометрической оптики без учета вертикального размера щита (с), при сфокусированной антенне (слева), и при поперечном выносе облучателя из фокуса  $5\lambda$  (справа). Матричные элементы  $M_{11}$ ,  $M_{32}$ ,  $M_{41}$  нормированы к  $M_{11}(0,0)$ , цифрами обозначены их максимальные значения. Изофоты  $M_{11}$  проведены с шагом 0.1. Изофоты  $M_{32}$  проведены с шагом 0.01 ( $\Delta x = 0$ ) и с шагом 0.005 ( $\Delta x = 5\lambda$ ). Изофоты  $M_{41}$  проведены с шагом 0.013 ( $\Delta x = 0$ ) и с шагом 0.007 ( $\Delta x = 5\lambda$ ). Светлые области соответствуют положительным значениям  $M_{32}$ , и  $M_{41}$ , темные – отрицательным.

Fig.49. The BPs of RATAN-600 in intensity ( $M_{11}$ ) and polarizations ( $M_{32}$ ,  $M_{41}$ ) at the 32 cm wavelength computed in a diffraction approximation with the panel size allowed for (a), in a geometrical optics approximation with taking account of the vertical panel size (b), and in a geometrical optics approximation with no allowance for the vertical panel size (c), with the focused antenna (left) and with a feed cabin transverse displacement from the focus of  $5\lambda$  (right). The matrix elements  $M_{11}$ ,  $M_{32}$ ,  $M_{41}$  are normalized to  $M_{11}(0,0)$ , the numbers denote their maximum values. The isophotes  $M_{11}$  are drawn with the step 0.1. The isophotes  $M_{32}$  are plotted with the step 0.01 ( $\Delta x = 0$ ) and with the step of 0.005 ( $\Delta x = 5\lambda$ ). The isophotes  $M_{41}$  are plotted with the step of 0.013 ( $\Delta x = 0$ ) and 0.007 ( $\Delta x = 5\lambda$ ). The light areas correspond to positive values of  $M_{32}$  and  $M_{41}$ , the black regions – to negative values.

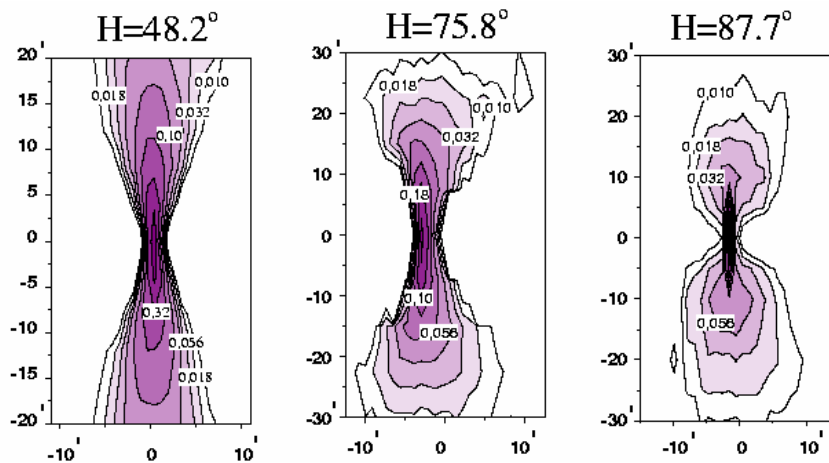


Рис. 50. Экспериментальные двумерные ДН РАТАН-600 на волне 7.6 см на разных высотах  $H$ .

Fig.50. The experimental two-dimensional BPs of RATAN-600 at the 7.6 cm wavelength at different elevations  $H$ .

При хорошем состоянии антенны экспериментальные и расчетные кривые совпадают до уровня 0.005–0.01 от максимума ДН. Было показано, что при возникновении ошибок в установке отражающих элементов главного зеркала по углу места структура ДН на далеких сечениях может существенно измениться как по форме, так и по амплитуде. Учет таких ошибок важен при обработке записей глубоких обзоров и их “чистки” от ярких внесевых фоновых источников, проходящих через далекие сечения ДН, особенно при наблюдениях на коротких волнах.

С помощью сравнения кривых прохождения Луны на коротких волнах и свертков двухмерной расчетной ДН с равномерным диском Луны оценена ошибка установки элементов РАТАН–600. Она составила  $0.55 \pm 0.05$  мм.

Проведенные измерения ДН позволили проверить точность нового расчета ДН и выявить важные эффекты, которые влияют на поведение ДН и ее стабильность во времени. При надежной диагностике состояния антенны радиотелескопа реальные ошибки установки антенны могут быть учтены в расчете ДН.

*Е.К. Майорова, С.А. Трушкин*

## СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ АНТЕННОЙ

С использованием системы автоматизированного управления в 2001–2002 гг. выполнено более 40 тысяч установок главного отражателя РАТАН–600 для проведения наблюдений, со средней плотностью 55 установок (наблюдений) в сутки. Потери наблюдательного времени из-за отказов системы в среднем составляют менее 0.3% и в основном связаны со сбоями питающей сети. Число отказов периферийного электрооборудования антенны находится на уровне 1–го отражающего элемента за сутки из 560 используемых в непрерывном режиме работы элементов. В августе 2002 г. произошла довольно крупная авария системы управления. Прямые неоднократные попадания молнии в металлоконструкции отражающих элементов вывели из строя более 70% электронного оборудования системы управления Южного и Западного секторов и Плоского отражателя телескопа. За две недели последствия аварии были устранены.

С июня 2000 г. по август 2001 г. выполнены работы по созданию новой системы управления Плоским отражателем. Архитектура системы в общих чертах осталась прежней. Однако, за счет применения современного оборудования, элементной базы, программного обеспечения, а также за счет множества оригинальных инженерных решений в итоге получилась качественно другая система управления. За полтора года ее исполь-

is in good conditions, the experimental and calculated curves show a good fit up to a level of 0.005 to 0.01 of the maximum BP. It was shown that with the appearance of errors in setting the main reflector panels in position angle, the structure of the BP at far sections may change both in the shape and in the amplitude. Allowance for these errors is of importance in the reduction of records of deep surveys, and their “cleaning” from bright off-axis background sources passing across far sections of the BP, especially at short wavelengths.

By means of comparison of the drift scans of the Moon at short wavelengths and convolution of the two-dimensional calculated BP with the homogeneous disk of the Moon the estimate was made of the error in setting the RATAN–600 panels. It was  $0.55 \pm 0.05$  mm.

The BP measurements performed made it possible to check the accuracy of the new calculation of the beam pattern and reveal important effects that influence the BP behavior and its time stability. With reliable diagnostics of the state of the radio telescope antenna the actual errors in antenna setting can be allowed for in the BP calculations.

*E.K. Majorova, S.A. Trushkin*

## THE ANTENNA AUTOMATIC CONTROL SYSTEM

Using the automatic control system in 2001–2002, more than 40 thousand settings of the main reflector of RATAN–600 were performed to conduct observations, with a mean density of 55 settings (observations) every 24 hours. The average observational time losses due to failures of the system were less than 0.3% and were mainly connected with malfunctions in power supply. The number of daily failures of the peripheral electric equipment of the antenna is at a level of 1 panel out of 560 ones used in continuous operation. In 2002 August rather a serious breakdown of the system. Direct repeated lightning hits in metal constructions of reflecting elements put out of operation more than 70% of the electronic facilities of the control system of the South and West sector and of the flat reflector of the telescope. The aftereffects of the breakdown were removed during a fortnight.

From June, 2000 to August, 2001 work on the creation of a new control system of the Flat reflector was accomplished. In general, the architecture of the system remained the same. However, due to application of modern equipment, element base, software and a number of unique designs we have got a qualitatively new control system. For a year and a half of its usage of over 14 thousand observations were conducted. The losses caused by failures of the system

зования проведено более 14 тысяч наблюдений. Потери из-за отказов системы (исключая аварию после грозы) и из-за сбоев питания полностью отсутствуют. Работает система в непрерывном режиме, без постоянного контроля со стороны сменных операторов. Имеется режим прямого доступа наблюдателей к ресурсам антенны, т.е. практически все действия по подготовке заданий и по управлению антенной выполняются наблюдателем с его рабочего места.

В 2002 г. завершены многолетние работы по модернизации оборудования “аналоговой линии” АСУ, отвечающей в большой степени за достоверность и точность установки отражающей поверхности. Выполнена разработка и изготовлено 16 комплектов новой аппаратуры измерения положения отражающих элементов антенны. При создании нового программного обеспечения добавлены программы установки плоского отражателя, улучшен алгоритм диспетчеризации наблюдений, заложена база встроенного счета эфемерид Солнца и планет, детально рассмотрены варианты интеграции средств подготовки данных для систем сбора и управления антенной.

### **Г.В. Жеканис**

#### **МНОГОАЗИМУТАЛЬНЫЙ РЕЖИМ НАБЛЮДЕНИЙ НА ЮЖНОМ СЕКТОРЕ РАТАН-600 С ПЕРИСКОПИЧЕСКИМ ОТРАЖАТЕЛЕМ**

Несмотря на наличие в мире многих новых радиоастрономических инструментов, РАТАН-600 имеет свою достойную нишу при широкодиапазонных и многоволновых исследованиях излучения радиосточников. РАТАН-600 как радиотелескоп рефлекторного типа обладает рядом преимуществ, дающих ему возможность конкурировать с современными крупными антенными системами (существующими и проектируемыми). Это:

- получение мгновенных спектров радиосточников в широком диапазоне волн;
- высокая чувствительность при измерении малых степеней поляризации;
- большой динамический диапазон.

Добавление к этому возможности создания многоволновых двухмерных изображений и анализа временных изменений значительно расширяет область исследований быстропеременных радиосточников, пульсаров, солнечной атмосферы и др.

В течение 2001–2002 гг. реализовано внедрение в регулярную эксплуатацию нового режима наблюдений в антенной системе Южный сектор с Перископическим отражателем. В основе режима лежит установка всей антенной системы в выбранный азимут. При этом количество наблюдений определяется скоростью перестановки в оче-

(except for the breakdown after the thunderstorm) and due to the malfunction of power supply were absent altogether. The system operates in a continuous mode without permanent checking by operators. Direct access of observers is available to the antenna resources, i.e. all actions for job preparation and antenna control are fulfilled by the observer from ones work place.

In 2002 the work of many years on updating the equipment of the “analog line” of the ACS largely responsible for the reliability and precision of setting the reflecting surface was accomplished. 16 sets of new equipment for measuring the position of the antenna reflecting panels were worked out and made. When creating new software special programs for the Flat reflector setting were added, the algorithm of dispatching observations was upgraded, the foundations for the built in calculation of ephemerides of the Sun and planets was laid, variants of integration of the means of data preparation for the systems of accumulation and antenna control were considered in detail.

### **G.V. Zhekanis**

#### **MULTIAZIMUTHAL MODE OF OBSERVATIONS AT THE SOUTH SECTOR OF RATAN-600 WITH THE PERISCOPIIC REFLECTOR**

Despite the presence of numerous new radio astronomy instruments, RATAN-600 has an advantage of its own in wide-range and multifrequency study of radio sources radiation. RATAN-600 as a reflector type radio telescope has some advantages competitive with modern big antenna systems (available and being designed).

They are as follows:

- obtaining of instantaneous spectra of radio sources in a wide wavelength range;
- high sensitivity in measuring polarization of low degrees;
- large dynamical range;

Addition to this of a possibility of creation of multifrequency two-dimensional images and analysis of time variations widens considerably the region of investigations of fast variable radio sources, pulsars, solar atmosphere and others.

A new mode of observations with the antenna system South sector in conjunction with the Periscopic reflector was put into regular operation in 2001–2002. The mode is based on the setting of the whole antenna system in the chosen azimuth. Here the number of observations is determined by the rate of resetting to the next azimuth. The first tests were carried



редной азимут. Первые испытания были проведены с помощью солнечного аппаратного комплекса, который находится в системе Южного сектора с Перископом. Мы представляем результаты, полученные при многоволновых азимутальных наблюдениях Солнца. При каждом наблюдении в азимутах проводятся следующие процедуры:

- установка облучателя 3 в заданный азимут с помощью высокоточного цифрового привода с точностью 1 мм,
- установка параболы Южного сектора с вершиной в данном азимуте,
- установка Плоского отражателя на высоту данного радиисточника.

Все эти процедуры были отлажены в ходе многократных серий азимутальных наблюдений и в настоящее время достигнуты следующие параметры:

- минимальный временной интервал (разрешение) между наблюдениями составляет 4 мин.,
- длительность наблюдений равна 4 часам,
- интервал азимутальных углов составляет от  $+30^\circ$  до  $-30^\circ$ .

Приведенные новые параметры радиотелескопа позволяют превратить РАТАН–600 из транзитного инструмента в точный инструмент для изучения колебательных характеристик радиисточников и проводить их многоволновое картографирование.

На рис. 51 и 52 представлены разработанная процедура азимутального картографирования на основе разворота диаграммы радиотелескопа в течение дня и пример реализации азимутального картографирования на многих волнах с применением спектрального солнечного комплекса.

**Изучение переменных объектов.** Метод многократных азимутальных наблюдений, реализованный в антенной системе Южного сектора с Перископом, оказался весьма точным. Совпадение сканов диска Солнца в интенсивности (рис. 53) за 4 часа наблюдений показало разброс амплитудных значений не более 1%. Это открывает возможности проводить тонкие измерения осцилляций радиоизлучения магнитосферы активной области одновременно на многих волнах см-диапазона. Таким образом, становится возможным проследить прохождение МГД-волн от фотосферы к короне и открыть новое направление – радиогелиосейсмологию.

Активная область AR 9866 на рис. 53 имеет два ярких источника 1 и 2. Для источника 2 (более стабильного) проведены процедуры вычитания спокойного Солнца и построены кривые колебаний интенсивности радиисточника (рис. 54, слева вверху) на пяти волнах см-диапазона и в круговой поляризации (параметр Стокса V) (рис. 54, слева внизу). Видны колебания, вейвлет-анализ которых приведен на рисунке справа. Надежно

out with the aid of the solar instrumental complex, which is incorporated in the South sector system with the Periscope. We present the results obtained in multifrequency azimuth observations of the Sun. To conduct each observations in the azimuth, the following procedures are performed:

- setting of the feed cabin No.3 in the specified azimuth with the aid of a high precision digital drive with an accuracy of 1 mm;
- setting the top point of the South sector parabola in the given azimuth;
- setting the Flat reflector for the elevation of a given source.

All these procedures were tuned up in the course of repeated series of azimuth observations and at the present time the following parameters have been achieved:

- the minimum time interval (resolution) between observations is 4 min;
- the duration of observations is 4 hours;
- the interval of azimuth angles is from  $+30^\circ$  to  $-30^\circ$ .

The new parameters of the radio telescope transform RATAN–600 from a transit instrument to a precision tool for studying fluctuation characteristics of radio sources and carrying out their multifrequency mapping.

Fig.51 and 52 present the developed procedure of azimuth mapping on the basis of turning the beam pattern of the radio telescope during a day and the example of realization of azimuth mapping at numerous wavelengths using by the spectral solar complex.

**Study of variable objects.** The method of repeated azimuth observations implemented in the antenna system of the South sector with the Periscope, turned to be very accurate. The fit of the scans of the disk of the Sun in intensity (Fig.53) during 4 hours of observations showed a scatter of amplitude values not more than 1%. This opens up new possibilities for making fine measurements of oscillations of radio emission from the magnetosphere of an active region at many wavelengths of the centimeter range at the same time. Thus, it becomes possible to trace the passage of MHD waves from the photosphere to the corona and give a new line of investigations – radiohelioseismology.

The active region AR9866 in Fig.53 has two bright sources, 1 and 2. For source 2 (more stable) procedures of subtraction of the quiet Sun were performed and the curves of intensity oscillations of the radio source were plotted (Fig.54, upper left) at five wavelengths of the cm range and the Stokes parameter V of circular polarization (Fig.54, bottom left). The oscillations can be seen whose wavelet analysis is presented in the figure on the right. Oscillations with

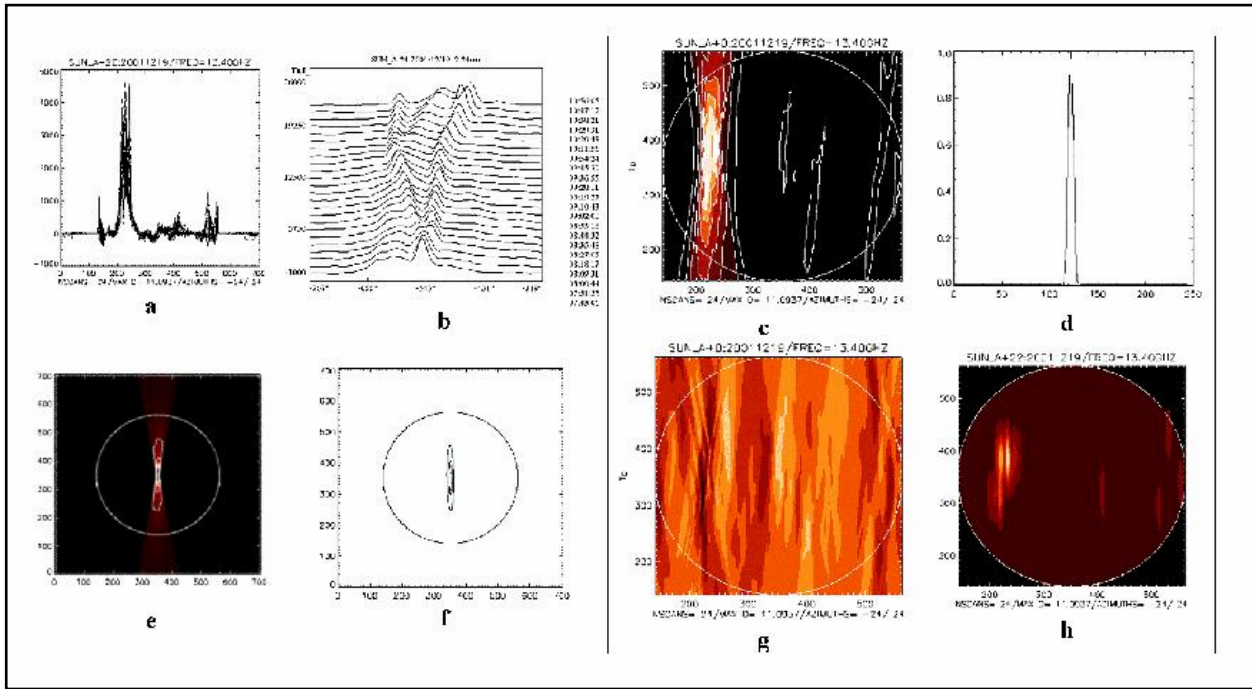


Рис. 51. Процедуры азимутального картографирования.

a, b) одномерные сканы всего диска и отдельной активной области; c) "грязная" 2D-карта; d) одномерная ДН для конфигурации "Юг+Перископ" РАТАН-600; e) синтезированная 2D ДН; f) чистая 2D ДН; g) остатки от вычитания источников из "грязной" карты (residuals); стандартное отклонение составляет 1.5% от максимума исходной карты; h) чистая 2D-карта Солнца.

Fig.51. Procedures of azimuth mapping. a, b) one-dimensional scans of the entire disk and an individual active region; c) "dirty" 2D map; d) one-dimensional BP for the system "South + Periscope" of RATAN-600; e) synthesized 2D BP; f) clean 2D BP; g) residuals of subtraction of sources from the "dirty" map, the standard deviation is 1.5% of the maximum of the original map; h) clean 2D map of the Sun.

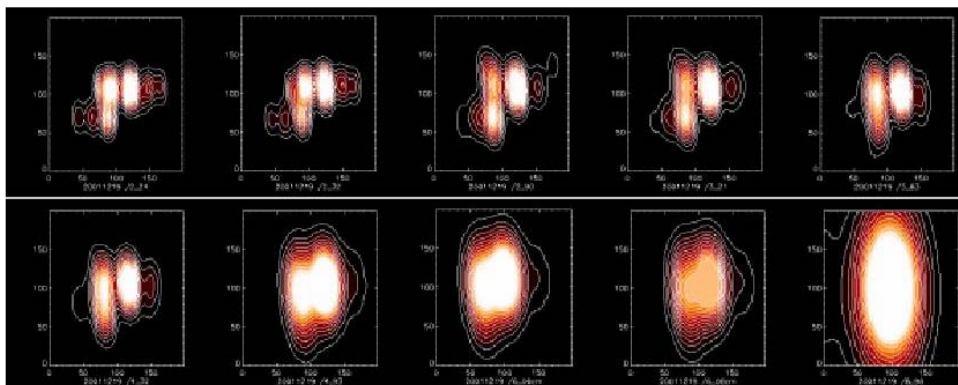


Рис.52 Картографирование активной области на Солнце на 10 длинах волн (2.24, 2.32, 2.90, 3.21, 3.83, 4.32, 4.93, 6.06, 7.5 и 8.96 см) с использованием конфигурации "Юг+Перископ" РАТАН-600.

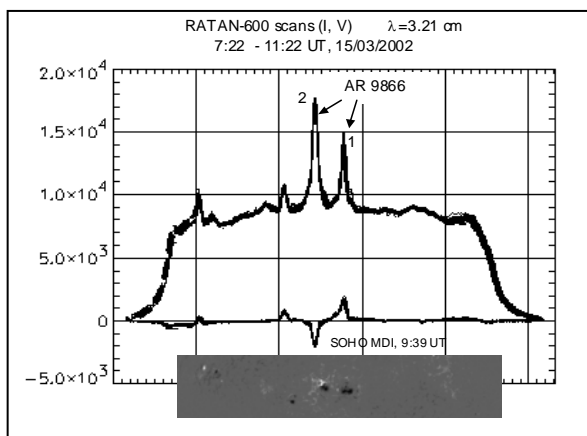
Fig.52. Mapping of an active region on the Sun at 10 wavelengths (2.24, 2.32, 2.90, 3.21, 3.83, 4.32, 4.96, 6.06, 7.5 and 8.96 cm) at the system South + Periscope of RATAN-600.

фиксируются колебания с периодами 50 и 20 минут, природу которых еще предстоит изучить.

*В.М. Богод, Г.Н. Жеканис, М.Г. Мингалиев  
С.Х. Тохчукова*

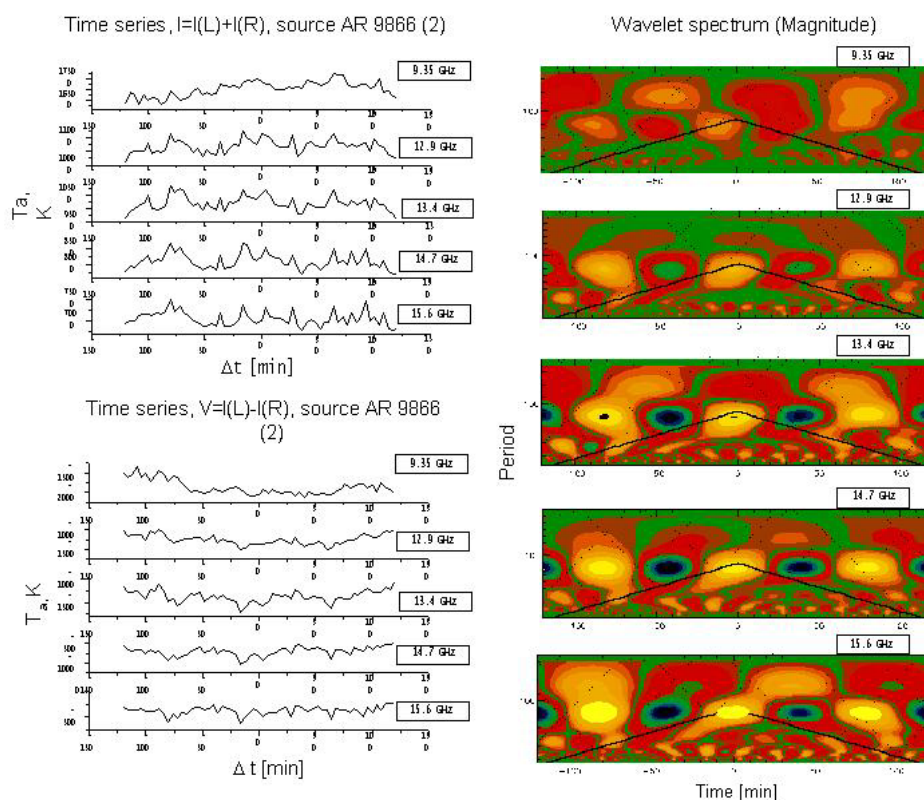
periods of 50 and 20 minutes are reliably found, the nature of which is to be studied.

*V.M. Bogod, G.N. Zhekanis, M.G. Mingaliev,  
S.H. Tokhchukova*



*Рис.53. Совмещение 61 скана Солнца, полученного 15 марта 2002 г. в интенсивности и круговой поляризации. Внизу приведена магнитограмма активной области AR 9866 по данным MDI спутника SOHO.*

*Fig.53. Superposition of 61 Sun scans obtained on 2002 March 15 in intensity and circular polarization. A magnetogram of the active region AR 9866 from the MDI data of the SOHO satellites is presented at the bottom.*



*Рис. 54. Анализ колебаний радиосточника активной области. Слева представлены колебательные характеристики активной области в интенсивности (вверху) и круговой поляризации (внизу). Справа — вейвлет анализ колебаний в каналах поляризации в шкале период-время.*

*Fig. 54. Analysis of radio source oscillations of active region. Left – oscillation characteristics of the active region in intensity (top) and circular polarization (bottom). Right – wavelet analysis of oscillations in the polarization channels on the scale period–time.*

### БАНК НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ РАТАН–600 (ODA–R)

Завершены все основные работы по 3–летнему проекту создания интегрированной информационной системы радиотелескопа. Разработана, внедрена и сопровождается первая версия банка наблюдательных данных ODA–R (Observational Data Archive – RATAN–600), которая включена в круглосуточный наблюдательный цикл телескопа. Созданный банк данных является мультибазовой распределенной информационной системой, которая обеспечивает накопление в режиме “on–line” результатов всех проводимых на РАТАН–600 астрофизических экспериментов, долгосрочное хранение всего полученного уникального материала и автоматизированный доступ астрономов к архивным данным (<http://rain.sao.ru/ODA–R>). Система ориентирована на различные типы стандартизованных радиоданных, соответствующие отдельным разделам банка ODA–R (табл. 8).

Постоянно расширяющаяся основная архивная база (БД) размещается на томах оптических CD–R, а ее резидентная часть – на жестких магнитных дисках, организованных в виде RAID–массива. Дополнительные справочные базы данных (СБД) используются для оптимизации доступа к архивной информации по ключевым параметрам.

### BANK OF OBSERVATIONAL DATA OF THE RADIO TELESCOPE RATAN–600 (ODA–R)

Basic work of the 3-year project on creation of the radio telescope integrated information system was completed. As a result, the first version of ODA–R (Observational Data Archive – RATAN–600) was designed, promoted and is accompanied. It was introduced into the telescope round–clock observational cycle. The created bank is a multibase distributed information system providing the on–line accumulation of the results of all astrophysical experiments fulfilled with RATAN–600, the long–term storage of all of unique data and the automatic access of astronomers to archived data (<http://rain.sao.ru/ODA–R>). The system is oriented to different types of standard radio data corresponding to separate divisions of ODA–R (Table 8).

The main archival base (Data Base), which is permanently expanding, is located on volumes of optical CD–R, and its residential part is in the hard disks organized in the manner of a RAID array. Additional supplemental data bases (SDB) are used to optimize the access to the archival information by key parameters.

Таблица 8. Разделы банка ODA–R.

Table 8 Divisions of ODA–R.

Rr	(Continuum)	радиометры континуума (облучатели N 1, 5, 6)	continuum radiometers (feed cabin N 1, 5, 6)
Ry	(Radiolines)	радиоспектрометрический комплекс (облучатель N 2)	radiospectrometer complex (feed cabin N 2)
Rs	(PAS)	панорамный анализатор спектра (Солнце, облучатель N 3)	panoramic spectrum analyzer (The Sun, feed cabin N 3)

ODA–R функционирует в среде ОС Linux Red Hat 6.2 под управлением центрального архивного сервера радиотелескопа *oda.ratan.sao.ru*. Зеркальная копия Банка данных поддерживается архивным сервером II РАТАН–600 *rain.sao.ru*, и размещена в Нижнем Архызе.

На 1.01.2003 г. состояние системы характеризуется следующими параметрами:

временной архивный интервал 25 лет,  
число наблюдений 167860,  
объем основной архивной БД 27.9 Gb,  
объем справочной БД 0.7 Gb,  
число записей в СБД ~56 млн.

На рис. 55 приведена сравнительная статистика по 3–м разделам Банка ODA–R: объемы основных архивных баз и число наблюдений. В рамках проекта ODA–R были отреставрированы и включены в соответствующие разделы системы данные ~ 38000 наблюдений за период 1978–1995 гг. (18 лет) объемом около 2 Gb.

ODA–R operates in the Linux Red Hat 6.2 operational system under the control of the central archival server of the radio telescope *oda.ratan.sao.ru*. The mirror copy of the Bank is supported by the archival server II of RATAN–600 *rain.sao.ru* located in Nizhnij Arkhyz.

At the date of 1.01.2003 the system is exemplified by the following parameters:

archival time interval 25 years,  
number of observations 167860,  
size of main archival DB 27.9 Gb,  
size of supplemental DB 0.7 Gb,  
number of records in SDB 56 mln.

Fig. 55 adduces a comparative statistics for 3 divisions of ODA–R: sizes of main archival bases and the number of observations. In the context of the ODA–R project the data of ~ 38000 observations over the period of 1978–1995 (18 years) of size of 2 Gb were revived and included into corresponding divisions of the system.

На основе созданного банка данных RATAN–600 формируются разнообразные тематические рабочие архивы, связанные с отдельными наблюдательными программами или их типами, объектами или их классами, а также личные архивы радиоастрономов.

*В.К. Кононов, С.В. Павлов, М.Г. Мингалиев, О.В. Верходанов, Е.К. Нижельская, Н.В. Хубиева*  
 При поддержке гранта РФФИ 99-07-90296.  
 Опубликовано в *Bull. Spec. Astrophys. Obs.*, 2002, N 53, 131.

Using the created database of RATAN–600, different working topic archives are generated, which are related to separate observational programs or their types, objects or their classes, and also personal archives of radio astronomers.

*V.K. Kononov, S.V. Pavlov, M.G. Mingaliev, O.V. Verkhodanov, E.K. Nizhelskaya, N.V. Khubieva*  
 Under support of RFBR grant 99-07-90296.  
 Published in *Bull. Spec. Astrophys. Obs.*, 2002, N 53, 131.

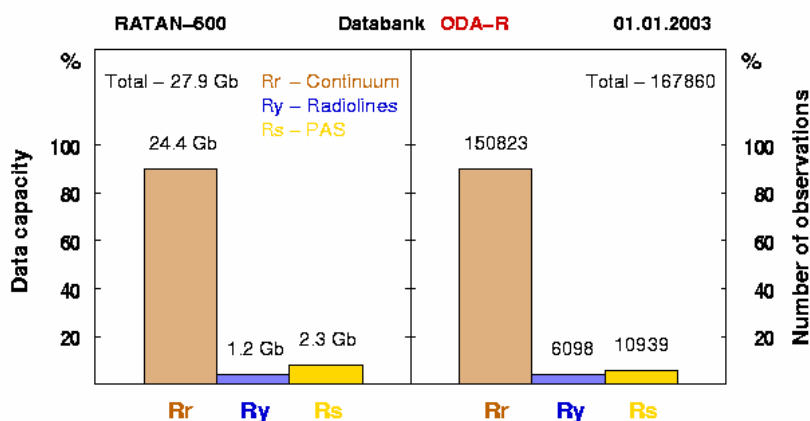


Рис. 55. Сравнительная статистика по разделам Банка ODA–R.

Fig.55 Comparative statistics of ODA–R divisions.

### БОЛЬШОЙ ПУЛКОВСКИЙ РАДИОТЕЛЕСКОП В 2002 ГОДУ

Большой пулковский радиотелескоп (БПР) работает в режиме службы исследования радиоизлучения Солнца с высоким пространственным разрешением с 1963 г. Количество дней наблюдений в году составляет не менее 300. С 1984 г. БПР работал без юстировки. В этот период точность поверхности главного отражателя и горизонтирования облучателя оценивалась только по измерениям интегральной плотности потока излучения активных областей на Солнце путем эпизодического сопоставления с независимыми измерениями на других инструментах. Последнее сопоставление наблюдений на БПР и RATAN–600 в феврале 2002 г. показало, что измерения на этих инструментах совпадают с точностью ~ 25%.

Полномасштабная юстировка БПР была проведена геодезическим методом в июле 2002 г. Были определены новые места нулей шкал щитов по всем трем координатам. Расхождения со старыми поправками не носили систематического характера. Качество юстировки в целом оценивалось по наблюдениям Солнца на самой короткой волне 2.7 см, на которой теперь работает БПР. Сравнивались сканы Солнца, полученные непосредственно перед юстировкой и после нее, приведен-

### BIG PULKOVO RADIO TELESCOPE IN 2002

The Big Pulkovo Radio Telescope (BPRT) has operated for watch investigation of the solar radio emission with high spatial resolution since 1963. The number of observing days is no less than 300 a year. Since 1984 BPRT has worked without adjustment. The precision of the surface of the main reflector and leveling of the feed cabin over this period have been assessed only from the variations of the integral flux density of radiation from active regions on the Sun by way of casual comparison with independent measurements made at other telescopes. The last comparison of observations performed with the BPRT and RATAN–600 in 2002 February showed that the measurements obtained with these instruments coincide to an accuracy of about 25%.

A full-scale adjustment after so long break was carried out by a geodetic technique in July 2002. New zero positions of the scales of the panels in all three coordinates were determined. The discrepancies with the previous corrections were not of systematic character. The quality of adjustments, as a whole, was estimated from observations of the Sun at the shortest wavelength, 2.7 cm, at which BPRT operates now. Scans of the Sun obtained immediately before the adjustment and after it were compared. The scans

ные к одному масштабу и продифференцированные. Примерно в 4 раза уменьшилась амплитуда “подложки” и ее асимметрия. В 2–2.5 раза возросла крутизна фронтов записи при вхождении и выходе Солнца из диаграммы БПР, т.е. диаграмма направленности БПР после юстировки приобрела нормальный симметричный характер, а уровень боковых лепестков снизился.

#### Выводы:

1. Фундамент БПР уже достаточно устоялся, и его подвижки в период замерзания и оттаивания почвы не носили необратимый характер и были кратковременными. Этим объясняется тот факт, что долгое время при отсутствии юстировки БПР смог проработать с небольшой потерей качества, особенно на длинных волнах ( $\lambda > 3$  см).

2. В результате юстировки качество поверхности главного зеркала существенно улучшилось, вследствие чего исчезла асимметрия диаграммы направленности радиотелескопа, а уровень боковых лепестков на самой короткой волне 2.7 см уменьшился примерно в 3 раза.

3. Большой пулковский радиотелескоп продолжает оставаться в числе крупнейших радиотелескопов России (третий после РАТАН–600 и ССРТ), поставляющих высококачественные наблюдательные данные для исследования радиоизлучения Солнца. Эффективность этих исследований в большой степени зависит от регулярности наблюдений Солнца, требующей постоянного внимания и поддержки. В последние годы БПР специализируется на разработке методик по учету геоэффективности солнечной активности – влияние на земную погоду и климат, предсказание солнечных вспышек и их последствий в биосфере Земли, оповещение населения об уровне солнечной активности через СМИ и т.д. Актуальность этой тематики (программа Solar Weather) с годами только возрастает, что служит одним из аргументов в пользу дальнейшего использования БПР.

*Ю.К. Зверев, Н.Г. Петерова*

*При поддержке проекта “Модернизация Большого пулковского радиотелескопа” программы СПбНЦ РАН 2002*

## МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В 2001–2002 гг совместными усилиями обсерватории Туорла ([www.astro.utu.fi](http://www.astro.utu.fi)), САО РАН, Политехнического университета (СПб), НПО “Луч” (г. Сызрань) и фирмы “BUM TECHNO” (Санкт-Петербург) выполнено проектирование, изготовление узлов, монтаж и подготовка к работе многолучевого солнечного радиотелескопа (Multi-beam Solar Radio Telescope, MSRT, Tuorla Observatory), предназначенного для мониторинга вспышечной активности Солнца в диапазоне 3–10

mm, были уменьшены до общего масштаба и дифференцированы. Их сравнение показало, что амплитуда “подложки” и ее асимметрия уменьшились примерно в 4 раза. Крутизна фронтов записи стала в 2–2.5 раза выше при входе и выходе Солнца из диаграммы БПР, т.е. БПР после юстировки приобрел нормальный симметричный характер, а уровень боковых лепестков снизился.

#### Conclusions:

1. The basement of BPRT settled, and its motions during the periods of freezing and thawing of the soil were short-time and not irreversible. This explains the fact that in the absence of adjustments for a long time BPR could operate with slight deterioration of the quality, especially at long wavelength ( $\lambda > 3$  cm).

2. The adjustment resulted in considerable improvement of the main mirror surface quality, which, in turn, removed the beam pattern asymmetry, and the level of the side lobes dropped by about a factor of 3 at the shortest wavelength, 2.7 cm.

3. The Big Pulkovo Radio Telescope still ranks among the biggest radio telescopes of Russia (after RATAN-600 and SSRT) supplying high-quality observational data for investigations of the radio emission of the Sun. The efficiency of these investigations is largely dependent on continuance of observation set requiring constant attention and supports. Over the last few years BPRT has specialized in the development of procedures for taking account of geoefficiency of solar activity – the effect it has on the terrestrial weather and climate, forecast of solar flares and their aftereffects in the biosphere of the Earth, notifying the population on the level of solar activity via the massmedia etc. The urgency of this problem (the program Solar Weather) is growing from year to year, which is one of the convincing for further use of BPRT.

*Yu.K. Zverev, N.G. Peterova.*

*The project is supported by the program of SPbRC RAS of 2002 “Updating of Big Pulkovo Radio Telescope”*

## INTERNATIONAL CO-OPERATION IN THE FIELD OF INSTRUMENTAL TECHNOLOGIES.

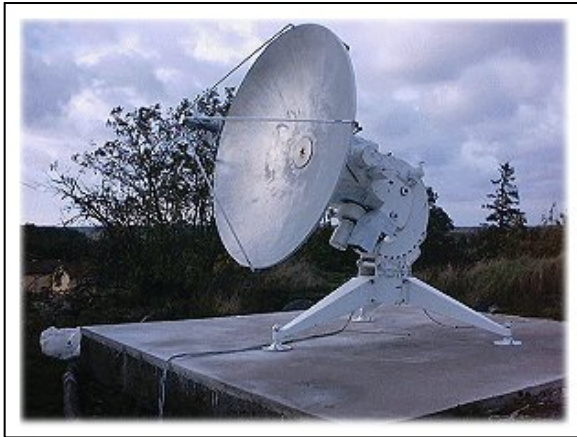
In 2001–2002 joint effort of Tuorla Observatory ([www.astro.utu.fi](http://www.astro.utu.fi)), SAO RAS, St. Petersburg Polytechnical University, Scientific Production Association (SPA) “Luch” (Syzran) and the company “BUM TECHNO” (St.Petersburg) was undertaken to accomplish designing and making the units, mounting and preparation for service of the Multibeam Solar Radio Telescope, MBSRT (Tuorla Observatory), intended for monitoring of eruptive activity of the Sun in the range 3–10 mm (Fig. 56). In the 2002

мм (рис. 56). Весной и осенью 2002 г на MSRT проведены успешные пробные наблюдения вспышек на Солнце. С использованием MSRT ведется подготовка студентов–астрономов университета Турку, разработка и тестирование ММИС и микроболометрических технологий построения многоэлементных приемных решеток мм–диапазона, в котором принимает участие НПО “Светлана”, САО РАН, обсерватория Туорла, специалисты финской фирмы “Metorex Oy” и университета Ювяскиля. Работа ведется при поддержке программы “Интеграция” (УНЦ “Астрономия” в СПбГПУ).

*В.Б.Хайкин*

spring and fall successful test observations of solar flares were conducted with MSRT. The telescope MSRT is used for training astronomy students of Turku University, for developing and testing MMIC and microbolometric technologies of construction of multielement receiving gratings of the mm range, in which the SPA “Svetlana”, SAO RAS, Tuorla Observatory, specialists of the Finnish company “Metorex Oy” and Jyvaskyla University took part. The work is supported by the program "Integration" (the laboratory of Scientific Studying Center “Astronomy” in SPbSU).

*V.B. Khaikin*



*Рис. 56. Многолучевой солнечный радиотелескоп (Multibeam Solar Radio Telescope, MSRT), Обсерватория Туорла, Финляндия.*

*Fig.56. The Multibeam Solar Radio Telescope, (MSRT), Tuorla Observatory, Finland.*