

Table 6. List of observational programs carried out with RATAN-600 in 2006.

PI	Institute	Short title of program
Bogod V.M.	SAO RAS	Study of the fine spectral-polarization structure of solar radio emission and its oscillatory properties
Bogod V.M.	SAO RAS	Study of oscillatory properties of the small-scale structure of the solar chromosphere by its micro wavelength emission
Borovik V.N.	MAO RAS	The quiet and active Sun in the minimum phase of the 11-year cycle in the micro wavelength range
Gorshkov A.G.	SAI MSU	Activity of nuclei of extragalactic sources
Gosachinsky I.V.	SAO RAS	Study of interaction between supernovae remnants and ambient interstellar gas
Dubrovich V.K.	SAO RAS	Spectral study of extragalactic proto-objects
Ermolaev Yu.I.	IKI RAS	Search for sources of disturbances of the solar wind by data of radio observations
Kovalev Yu.Yu.	NRAO/MPIfR	Study of relativistic jets in active galaxies and quasars
Korzhavin A.N.	SAO RAS	Study of coronal streamers on the Sun by their micro wavelength radiation
Mingaliev M.G.	SAO RAS	Investigation of the antenna
Nagovitsyn Yu.A.	MAO RAS	Monitoring the solar activity
Parijskij Yu.N. Novikov I.D.	SAO RAS Neils Bhor Institute, Denmark	Cosmologic Gene
Stepanov A.V.	MAO RAS	Complex program of observations of the total solar eclipse on March 29
Trushkin S.A.	SAO RAS	Monitoring microquasars
Torniainen I.	Metsahovi Radio Observatory, Finland	Investigation of radio spectra and variability of GPS sources
Tornikoski M.	Metsahovi Radio Observatory, Finland	Simultaneous spectra of the BL Lacertae Objects

## ТЕХНИКА И МЕТОДЫ РАДИОАСТРОНОМИИ

## RADIO ASTRONOMY TECHNIQUES

### МАТРИЧНАЯ РАДИОМЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕ- МА МАРС-3: ПРОБНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ

### MATRIX RADIOMETRIC SYSTEM MARS-3: TRIAL OBSERVATIONS

Разработана, изготовлена и установлена в фокус вторичного зеркала №5, имеющего увеличенную безабберационную зону, матричная радиометрическая система третьего поколения МАРС-3.

МАРС-3 построена на новой элементной базе и состоит из 16-ти независимых радиометров (32 входных рупора с шагом 20 мм, каждая пара из которых подключена на вход усилительного модуля с помощью ППГ-модулятора, рис. 39). Параметры для каждого радиометра: центральная частота 30.0 ГГц, полоса приёма 5 ГГц, шумовая температура системы 210 К, чувствительность около 5 мК при интервале времени интегрирования 1с.

The third-generation matrix radiometric system MARS-3 was developed, produced and installed in the focus of the secondary mirror 5 which has an enlarged aberration-free zone.

MARS-3 is built on a new element base. It consists of 16 independent radiometers (32 input horns with an interval of 20 mm; each pairs of them is connected to the input of the amplifying module with the aid of a switch, Fig. 39). Parameters of every radiometers are as follows: the central frequency 30.0 GHz, the frequency band 5 GHz, the noise temperature of the system 210 K, the sensitivity about 5 mK at an integration time interval of 1 s.

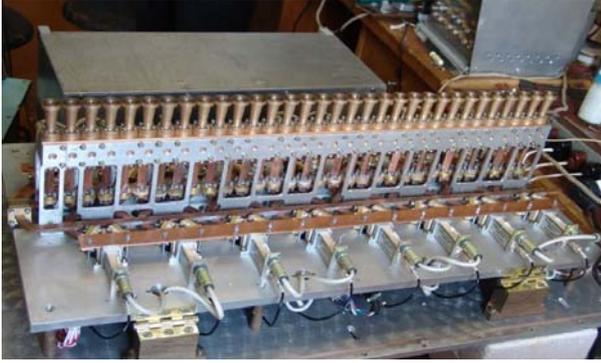


Рис. 39. СВЧ часть системы МАРС-3. Входные тракты, модуляторы и радиометрические модули смонтированы на общей термостатируемой плите.

Fig. 39. The HF part of the MARS-3 system. Front-end waveguides, switches and radiometric modules are installed on the thermostatically controlled united plate.

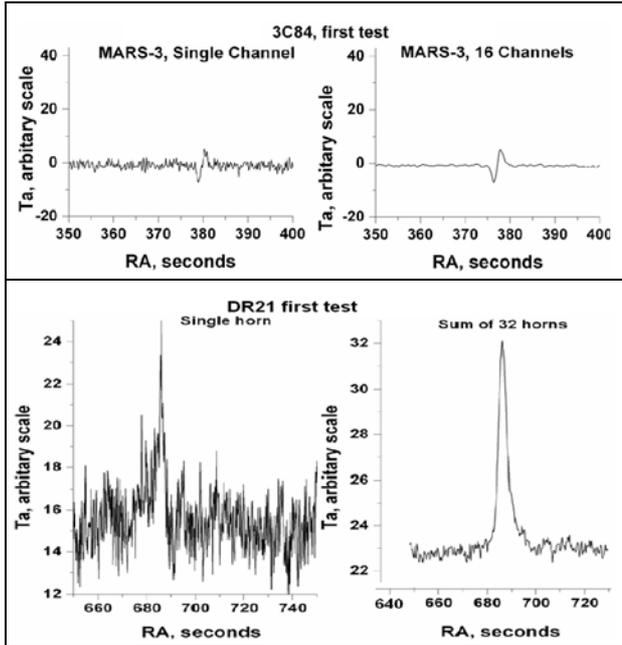


Рис. 40. Первое наблюдение радиоисточника 3C84 с системой МАРС-3.

Fig. 40. The first observation of 3C83 with the MARS-3 system.

Рис. 41. Первое наблюдение радиоисточника DR21 с системой МАРС-3.

Fig. 41. The first observation of DR21 with the MARS-3 system.

Использование матричных радиометрических систем ( $N$  каналов) в режиме прохождения радиоисточников через неподвижную диаграмму антенны позволяет в  $\sqrt{N}$  раз повысить чувствительность радиотелескопа и в  $N$  раз сократить число дней для накопления сигнала от слабых объектов.

Система МАРС-3 обладает следующими возможностями для проведения наблюдений:

- прием 16-ю независимыми радиометрами с реализацией расчётной чувствительности в режиме диаграммной модуляции;
- наблюдения 32-мя независимыми радиометрами при делении времени наблюдения каждого радиометра на два (синтезированный режим полной мощности);
- возможность поворота анализатора линейной поляризации во входных трактах каждого радиометра на угол  $\pm 45^\circ$ , что позволяет измерять параметры Стокса I, Q, U.

В конце 2006 г. система «МАРС-3» была установлена в фокусе вторичного зеркала № 5 РАТАН-600. Измерены шумовая температура, спектральная плотность шума на выходе и чувствительность каждого радиометра. Все параметры близки к расчётным.

Application of matrix radiometric systems (of  $N$  channels) in the mode of the transit of radio sources through a fixed antenna beam allows increasing the radio telescope sensitivity  $\sqrt{N}$  times and decreasing the number of days of accumulation of signal from weak sources  $N$  times.

The MARS-3 system has the following modes for fulfillment of observations:

- reception by 16 independent radiometers with implementation of the design sensitivity in the beam switching mode.
- observation by 32 independent radiometers with the dividing of observational time of each radiometer by 2 (the synthesized total-power mode);
- a possibility to turn the analyzer of linear polarization in input tracks of each radiometer by the angle  $\pm 45^\circ$ , which allows measuring the Stokes parameters I, Q, U.

At the end of 2006 the MARS-3 system was installed in the focus of the RATAN-600 secondary mirror 5. The noise temperature, spectral density of output noise and sensitivity of every radiometer were measured. All parameters are close to design ones.

Были проведены пробные наблюдения точечных радиоисточников ЗС84, DR21 (рис. 40, 41) и Луны, а также протяженных фоновых излучений. Они показали увеличение чувствительности однократного наблюдения точечных и протяженных источников радиоизлучения при их прохождении через неподвижную диаграмму направленности радиотелескопа.

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

Trial observations of the point-like radio sources ЗС84, DR21 (Figs. 40, 41), the Moon and extended background radiations were carried out. They showed the increase of sensitivity of a single observation of point-like and extended sources of radiation when they pass through the fixed beam of the radio telescope.

*A.B.Berlin, N.A.Nizhelsky, M.G.Mingaliev,  
P.G.Tsiboulev, D.V.Kratov, V.V.Smirnov,  
O.M.Pilipenko, R.Yu.Udoviitsky*

**СОЗДАНИЕ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОМЕХОВОЙ ОБСТАНОВКИ В ДМ ДИАПАЗОНАХ РАТАН-600 (0.6-3 ГГц)**

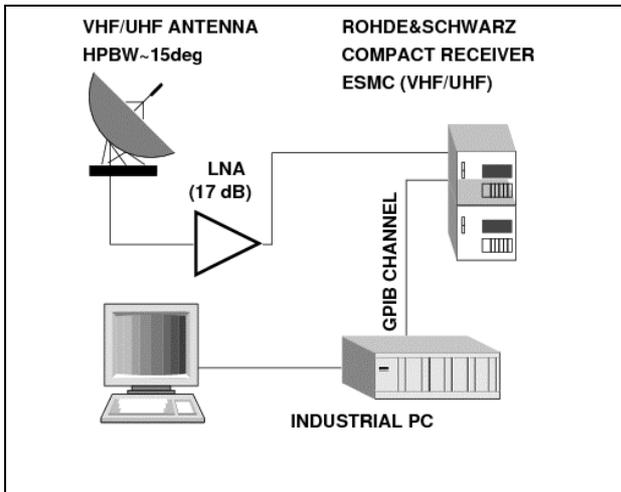
Помеховая обстановка на РАТАН-600 резко ухудшилась в течение последних нескольких лет. Вместе с тем, современное состояние технических средств изучения радиочастотных излучений в см-дм диапазонах длин волн позволяет применять их для мониторинга и анализа помеховой ситуации при достаточно слабом уровне мешающего сигнала.

На РАТАН-600 создан, испытан и включен в штатную эксплуатацию аппаратно-программный комплекс для исследования помеховой обстановки в месте расположения радиотелескопа. Комплекс в настоящее время используется для измерений в режиме кругового горизонтального сканирования и построения азимутального распределения источников помех.

**CREATION OF A HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX FOR MONITORING THE INTERFERENCE SITUATION IN DM RANGES OF RATAN-600 (0.6-3 GHz)**

During several recent years the interference situation at RATAN-600 deteriorated sharply. At the same time, the modern state of technology for the study of radio-frequency emissions in cm-dm wavelength ranges allows their application for monitoring and analysis of interference situation if the level of interfering signal is low enough.

At RATAN-600 a hardware and software complex for studying the interference situation at the location of the radio telescope was realized, tested and put into standard operation. At present, the complex is used for measuring in the mode of the circular horizontal scanning and for constructing an azimuth distribution of interferers.



*Рис.42. Блок-схема измерительного комплекса для изучения помеховой обстановки на РАТАН-600.*

*Fig. 42. Block diagram of the measuring complex for studying the interference situation at RATAN-600.*

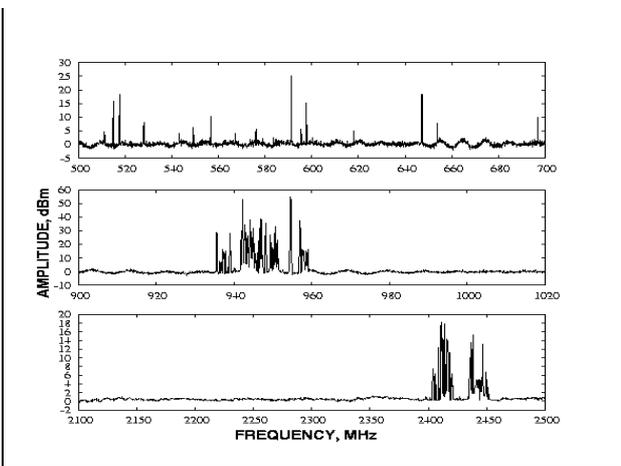
Местом размещения измерительного комплекса выбрана верхняя кабина одного из вторичных зеркал РАТАН-600. Антенна смонтирована на крыше кабины (2.5 метров над ее уровнем) с возможностью вращения по азимуту в горизонтальной плоскости. Далее СВЧ сигнал передается в приемную кабину, где подается на дополнительный широкополосный усилитель и затем – на вход измерительного сканирующего приемника ESMC диапазона 20-3000 МГц фирмы Rohde&Schwarz. Приемник, в свою

An upper cabin of one of the secondary RATAN-600 mirrors was chosen as a place for allocation of the measuring complex. The antenna was mounted on the cabin roof (at 2.5 meters above its level) with a possibility of azimuthal rotation in the horizontal plane. An SHF signal is transmitted to the receiving cabin where it is fed to an additional broad-band amplifier and then to the input of the measuring scanning Rohde&Schwarz receiver ESMC of the range 20-3000 MHz. In its turn, the receiver is connected with a

очередь, связан каналом IEEE-488 с ПК. Структурная схема измерительного комплекса показана на рис. 42.

Для возможности получения отчетов по измерениям нами было разработано программное обеспечение. Тестовые измерения показаны на рис. 43. Основная задача данной работы – обнаружение (уверенного приема) тех помех, которые видны при наблюдениях на высокочувствительных радиометрах сплошного спектра диапазонов 49, 31 и 13 см. Точное знание помеховой обстановки позволяет правильно и своевременно выбирать стратегию помехозащиты рабочих дм диапазонов RATAN-600.

*П.Г. Цыбулёв, А.Б. Берлин, Н.А. Нижельский,  
М.Г. Мингалиев, Д.В. Кратов, Р.Ю. Удовитский*



computer by the IEEE-488 channel. The block diagram of the measuring complex is shown in Fig. 42.

To get reports by means of measurements, we developed software. Test measurements are shown in Fig. 43. The main aim of this work is to detect (to receive reliably) those interferences that are seen in observations with highly-sensitive continuum radiometers of the 49, 31 and 13 cm wavelength ranges. An exact knowledge of the interference situation allows us choosing correctly and in proper time a strategy of interference elimination for operational dm ranges of RATAN-600.

*P.G.Tsybulev, A.B.Berlin, N.A.Nizhelsky,  
M.G.Mingaliev, D.V.Kratov, R.Yu.Udovitsky*

*Рис. 43. Тестовые измерения помех в дм диапазоне на RATAN-600.*

*Fig. 43. Test measurements of interferences in the dm range of RATAN-600.*

## К ПОВЫШЕНИЮ ПРОНИЦАЮЩЕЙ СИЛЫ И ПОЛЯ ЗРЕНИЯ RATAN-600

Рост чувствительности приемно-измерительных комплексов RATAN-600 за последние 10 лет и спрос на программы исследования фоновых излучений неба и слабых радиоисточников, для которых необходима реализация предельных параметров радиотелескопа, потребовали поиска эффективных методов подавления мешающих шумов и более глубокого учета инструментальных эффектов.

Значительный прогресс в уточнении диаграммы радиотелескопа до уровней около -20дБ в последние годы позволил реализовать несколько простых путей продвижения по обсуждаемым направлениям. Дифракционное рассеяние в инструменте в радиоастрономии является аналогом отклика на точечный источник (PSF), но в отличие от оптики оно, как правило, стабильно и может быть учтено с высокой точностью при редукации данных.

Особенность дифракционного рассеяния на RATAN-600 приводит к ненулевой чувствительности его в широкой области неба, которая на высоких углах места (например, на высоте RZF обзора) почти на два порядка больше, чем поле зрения радиотелескопа по уровню половинной мощности

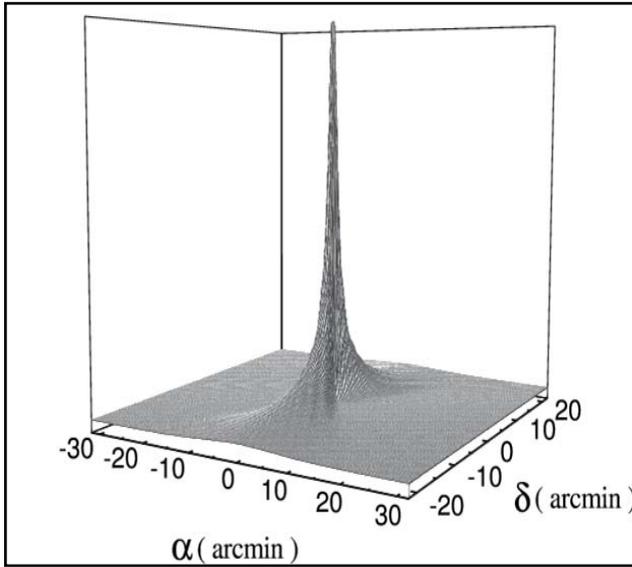
## ON ENHANCEMENT OF RATAN-600 PENETRATION POWER AND FIELD OF VIEW

The growth of sensitivity of the RATAN-600 receiving-measuring complexes during recent 10 years and the demand for programs of the study of background radiations of sky and faint radio sources which needs realization of limit parameters of the radio telescope required the search for effective methods of suppression of interfering noises and a deeper accounting for instrumental effects.

During recent years, considerable progress in specification of the radio telescope beam up to the level of -20 dB allowed us implementing several simple ways of advancement in directions under discussion. In radio astronomy the diffraction scattering in the instrument is an analog of the point source response (PSR), but unlike optics, as a rule, it is stable and can be accounted for with a high accuracy when processing data.

The peculiarity of the RATAN-600 diffraction scattering results in its non-zero sensitivity in a wide region of the sky which is almost two orders greater at high elevations (for example, at the altitude of the RZF survey) than the radio telescope half-power beam width (HPBW). The specified RATAN-600 beam at the

(HPBW). Уточненная диаграмма РАТАН-600 на волне 7.6см в режиме RZF обзора приведена на рис. 44.



wavelength 7.6 cm in the mode of the RZF survey is shown in Fig. 44.

Рис. 44. Диаграмма РАТАН-600 в режиме RZF обзора на волне 7.6 см до уровня -20дБ. На этой волне диаграмма одного элемента РАТАН-600 около 40 мин. дуги.

Fig. 44. The RATAN-600 beam in the ZRF survey mode at 7.6 cm up to the -2 -dB level. At this wavelength the beam of one RATAN-600 element is about 40 minutes of arc.

Знание диаграммы позволяет, с одной стороны, регистрировать достаточно сильные источники далеко от оси диаграммы и оценивать количественно их плотность потока, и, с другой стороны, достаточно простыми алгоритмами обработки значительно снижать шум от них, мешающий оценивать параметры источников, находящихся на оси диаграммы. Последнее легко реализовать из-за сильной зависимости формы антенного отклика и расстояния источника от оси диаграммы по склонению. На рис. 45 приводятся примеры, поясняющие методику.

Knowledge of the beam allows, on the one hand, registering rather strong sources far from the beam axis and estimating their flux density quantitatively and, on the other hand, considerably reducing, by sufficiently simple processing algorithms, the noise from them which impedes the estimation of parameters of sources being at the beam axis. The latter is easily realized due to the strong dependence of the antenna response form and source distance in the declination from beam axis. The examples explaining the method are adduced in Fig. 45.

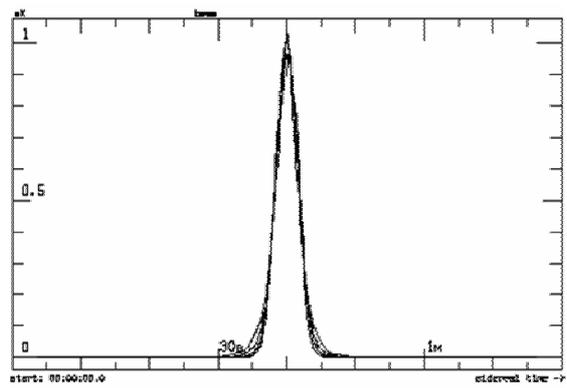
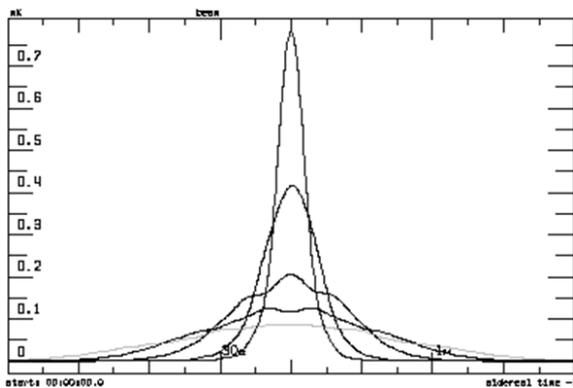


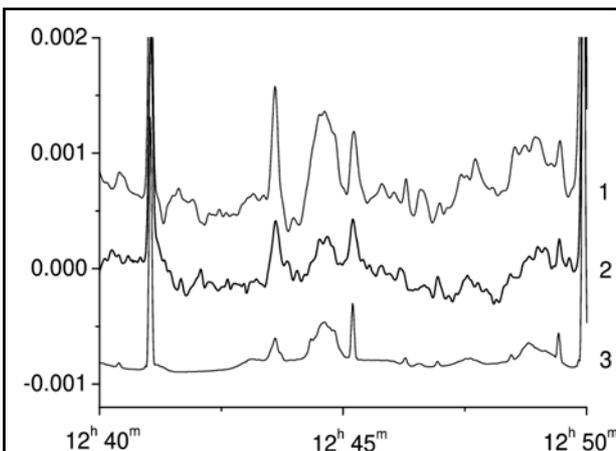
Рис. 45. Определение параметров источников, удаленных от оси диаграммы по склонению: слева – форма кривых прохождения радиисточников через диаграмму РАТАН-600 на разных расстояниях по склонению от ее оси, справа – приведение данных к варианту осевого прохождения с учетом новой теории дифракционного рассеяния в инструменте.

Fig. 45. Determination of parameters of sources which are far from beam axis in the declination. Left panel: the form of curves of radio sources transit through the RATAN-600 beam at different distances in the declination from its axis; right panel: the reduction of data to the variant of the axial transit with consideration for the new theory of diffraction scattering in the instrument.

Этот метод позволяет исследовать достаточно сильные источники на расстояниях в 10 раз больших, чем размер диаграммы по склонению по уровню HPBW. Практическая важность метода – значительная экономия времени проведения обзора заданной области неба (расстояния между сечениями может быть меньше HPBW). Метод активно используется при обработке данных обзоров RZF и ХОЛОД.

Предельно глубокие исследования фоновых излучений неба на РАТАН-600 используются и для выделения популяции слабых радиисточников. Простые алгоритмы типа MEXICAN HAT позволяют устранить не только мешающие фоновые излучения, но и шум удаленных от оси дискретных радиисточников, который доминирует почти на всех рабочих волнах РАТАН-600. Выделение этим алгоритмом только источников, проходящих через центр диаграммы направленности РАТАН-600, ослабляет на порядок шум от внеосевых источников. Параметры осевых источников могут быть определены значительно точнее в связи с улучшением отношения сигнал/шум.

Значительное уточнение структуры дифракционного рассеяния позволяет моделировать эксперименты на РАТАН-600, сглаживая известное из других источников радионебо (наиболее глубокие сведения на дм волнах) с диаграммой РАТАН-600 и экстраполируя спектры источников (или фоновых излучений) на диапазон РАТАН-600. Это упрощает селекцию объектов. Обнаруженная на РАТАН-600 высокая корреляция между дм и см небом дает возможность «очищать» см карты неба от известных источников. Это повышает проникающую силу РАТАН-600 в несколько раз, оставляя только новые популяции см неба, объекты с аномальными или с меняющимися со временем спектрами (рис. 46).



This method allows studying sufficiently strong sources at distances 10 times greater than the declination half-power beam width (HPBW). The practical importance of the method is a considerable saving of time for survey of a given celestial area (distance between sections can be less than HPBW). The method is actively used when processing data of the RZF and COLD surveys.

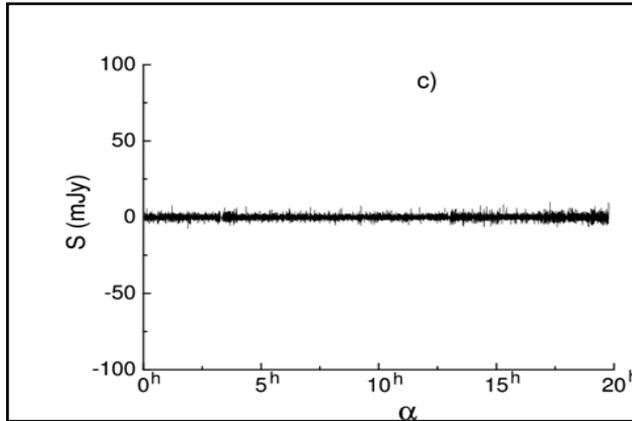
The extremely deep study of sky background radiations with RATAN-600 is also used to select a population of faint sources. Simple algorithms of the MEXICAN HAT type allow eliminating not only interfering background radiations, but also the noise of discrete sources remote from the axis, which dominates at almost all operational wavelengths of RATAN-600. The selection of sources that transit only the RATAN-600 beam center by this algorithm reduces the noise of off-axis sources by one order. Parameters of axis sources can be determined much more accurately in view of enhancement of the signal to noise ratio.

Considerable specification of the structure of diffraction scattering allows modelling the RATAN-600 experiments by smoothing the radio sky known from other sources (the deepest data are at the dm wavelengths) with the RATAN-600 beam and extrapolating the spectra of sources (or background radiations) to the RATAN-600 range. This simplifies the selection of objects. A high correlation between the dm and cm skies detected with RATAN-600 gives us a possibility to «clean» the cm maps of the sky from known sources. This enhances the RATAN-600 penetration power by several times keeping only new populations of the cm sky, objects with anomalous spectra or spectra changing with time (Fig. 46).

Рис. 46. Примеры модельных 10-ти минутных сканов неба на волне 7.6 см, полученных на основе NVSS-изображений неба на волне 21 см (1), на основе NVSS-каталога (3) и реальные осредненные записи RZF-обзора на волне 7.6 см (2). Сканы нормированы к уровню сигнала от источника 3C84. По оси абсцисс – прямое восхождение, по оси ординат – относительные единицы. Шум на модельных записях без чистки от источников близок к 20 мЯн.

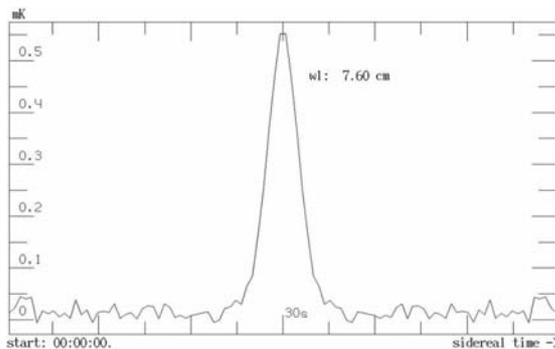
Fig. 46. Examples of model 10-minute scans of the sky at the wavelength 7.6 cm obtained on the basis of NVSS images of the sky at the wavelength 21 cm (1), on the basis of the NVSS catalog (3) and real averaged records of the RZF survey at the wavelength 7.6 cm (2). The scans are normalized to the level of signal from the source 3C84. Right ascension is plotted as axis of abscissas, relative units are plotted as axis of ordinates. The noise in model records without cleaning from sources is close to 20 mJy.

Результат вычитания «дециметрового неба» из реальных наблюдений в см диапазоне на РАТАН-600 приведен на рис. 47.



При осреднении кривых прохождения большого числа радиисточников с известными координатами можно оценить средние параметры выбранной группы радиисточников (и, следовательно, их средний спектральный индекс и средний угловой размер). Шум фоновых источников, в этом случае, оказывается независимым и усредняется как корень из числа усредняемых объектов. Появление каталогов NVSS, FIRST, SDSS позволяет начать такие исследования. Для примера показан результат выделения самой слабой (десятки тысяч) популяции NVSS объектов, попавших в поле зрения RZF обзора (рис. 48). Здесь шум фоновых источников снижен более чем на 2 порядка, и остается только белый шум радиометра. Этим методом достигнута рекордная для РАТАН-600 чувствительность - около 10 мК по антенной температуре, что соответствует 28 мЯн. Были впервые исследованы спектральные свойства предельно слабой популяции NVSS и FIRST каталогов.

*Е.К. Майорова, Н.Н.Бурсов, М.Л. Хабибуллина, Т.А. Семенова, Н.С. Соболева, А.В.Темирова*



A result of subtraction of «the decimeter sky» from real RATAN-600 observations in the cm wavelength range is shown in Fig. 47.

*Рис. 47. Шум на выходе радиотелескопа после удаления шумов дм неба. Дисперсия шума здесь около 1 мЯн, (т.е. в 20 раз меньше, чем на неочищенной записи). Остаточный шум связан с погрешностями чистки от NVSS неба, просачиванием атмосферного шума, с шумом от популяции радиисточников, не попавших в NVSS обзор, и с шумом радиометра (который здесь доминирует).*

*Fig. 47. The noise at the radio telescope output after removal of noises of the dm sky. Here the noise dispersion is about 1 mJy (i.e. 20 times less than in a non-cleaned record). The residual noise is related to errors of the cleaning from the NVSS sky, penetration of the atmosphere noise, noise from the population of radio sources which were not included in the NVSS survey, and to the radiometer noise (dominating here).*

When averaging transit curves of a large number of radio sources with known coordinates, one can estimate average parameters of a selected group of radio sources (and, consequently, their average spectral index and average angular size). In that case, the noise of background sources turns out to be independent and it is averaged as a square root of the number of averaged sources. The appearance of catalogs of the NVSS, FIRST, SDSS allows us starting such investigation. A result of the selection of the faintest population of NVSS objects (tens of thousands) that are in the RZF-survey field of view is shown as an example (Fig. 48). Here the noise of background sources is reduced by more than 2 orders; only the white noise of radiometer is kept. This method allowed achieving a record RATAN-600 sensitivity – about 10 mK in antenna temperature, which corresponds to 28 mJy. Spectral properties of the extremely faint population of the NVSS and FIRST catalogs were first studied.

*Е.К. Majorova, N.N. Bursov, M.L. Khabibullina, T.A. Semenova, N.S. Soboleva, A.V. Temirova.*

*Рис. 48. Полное подавление шума фоновых источников в программах, исследующих статистические свойства слабых радиисточников (поиск «фамильного портрета», или метод «Stack Imaging»).*

*Fig. 48. Total suppression of the noise of background sources in the programs of studying statistical properties of faint radio sources (the search for «a family portrait» or the «Stack Imaging» method).*

## ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

В 2006 г. продолжены работы по исследованию и юстировке поверхности вторичного зеркала облучателя тип 5. Проведена корректировка поверхности. Работы проводились в 3 этапа: измерение всей поверхности вторичного зеркала, грубое исправление, второе измерение, окончательная корректировка отдельных точек и составление «карты» всей поверхности (рис. 49). После контрольных измерений средняя квадратическая ошибка поверхности снизилась с 1.0 мм до 0.5 мм.

Перед АК юстировкой южного сектора проведена привязка группы щитов южного сектора и юстировка плоского отражателя. Полученные расхождения некоторых щитов плоского отражателя с предыдущей юстировкой решено проверить контролем планового положения плоского отражателя. Постоянно обновляются кинематические поправки в угол места плоского отражателя.

После капитального ремонта облучателя тип 3 проведена проверка поверхности вторичного зеркала и последующее исправление с использованием комбинированного струнно-оптического метода. Прямоугольные координаты опорных точек измерялись электронным тахеометром и корректировка поверхности контролировалась при помощи оптического микрометра. В результате получена средняя квадратическая ошибка поверхности 0.2 мм.

Проведена проверка положения фокальной линии на облучателе тип 3 после снятия и установки каретки. Положение каретки и положение рупоров осталось практически неизменным ( $\pm 0.2 - \pm 0.3$  мм).

Ведутся работы по разработке новой методики по измерению углов наклона и разворота вторичных зеркал облучателей без использования юстировочных площадок.

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

## GEODESIC ACTIVITY

In 2006, work on the study and alignment of the surface of the secondary mirror of the type 5 feed-cabin was continued. The surface was corrected. Work was performed in 3 stages: the measurement of the whole surface of the secondary mirror, the rough correction, the second measurement, the final correction of individual points and «the mapping» of the whole surface (Fig. 49). After control measurements, the root mean square error of the surface reduced from 1.0 mm to 0.5 mm.

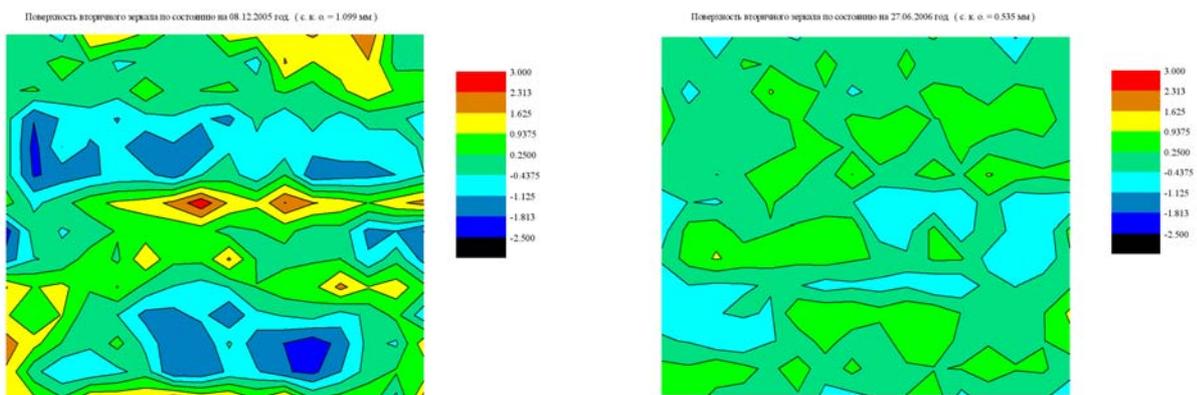
Before the auto-collimation alignment of the southern sector, the connection of a group of panels of the Southern sector and the alignment of the flat reflector were performed. It was decided to check the obtained discrepancies of some panels of the flat reflector with the previous alignment by controlling a planned position of the flat reflector. Kinematic corrections of elevation of the flat reflector are regularly updated.

After overhauling the type 3 feed-cabin, the surface of the secondary mirror was tested and corrected by a combined string-optic method. Rectangular coordinates of reference points are measured by an electronic tacheometer, and the correction of the surface is controlled with the aid of an optical micrometer. As a result, the obtained root mean square error of the surface is 0.2 mm.

The focal line location at the type 3 feed-cabin was tested after removal and mounting the carriage. The location of the carriage and horns did not change practically ( $\pm 0.2 - \pm 0.3$  mm).

Work is being performed on the development of a new method of measurement of angles of inclination and turns of secondary mirrors of feed-cabins without alignment plates.

*V.I. Zharov, C.Ya. Golosova, V.F. Milenko, E.K. Khil'kova*



*Рис. 49. Поверхность вторичного зеркала облучателя до и после корректировки.*

*Fig. 49. Surface of the secondary reflector of the feed-cabin before and after correction.*

## БОЛЬШОЙ ПУЛКОВСКИЙ РАДИОТЕЛЕСКОП (К 50-ЛЕТИЮ ИНСТРУМЕНТА)

## THE LARGE PULKOVO RADIO TELESCOPE (ON THE OCCASION OF THE 50-TH ANNIVERSARY)

Основной тематикой исследований на Большом пулковском радиотелескопе (БПР, рис. 50) в последние 30 лет является развитие методов прогнозирования вспышечной активности Солнца и изучение солнечно-земных связей.

1. В качестве метода, дающего возможность по наблюдениям на БПР выявлять вспышечно-опасные активные области на Солнце, избран метод, получивший название «критерий Танаки-Эноме». Более высокое спектральное разрешение БПР, чем необходимое по критерию, позволяет уточнять, развивать и совершенствовать этот метод, а также проводить исследования физических параметров корональной плазмы над активными областями. В рамках двухкомпонентной модели области излучения разработана оригинальная методика определения процентного содержания горячей (7 МК) материи в корональной плазме над активными областями, квазистабильно существующей наряду с относительно холодной материей (2-4 МК).

In recent 30 years the main research area of the Large Pulkovo Radio Telescope (LPRT, Fig. 50) has been the development of methods of forecasting flare activity of the Sun and the study of solar-terrestrial connections.

1. A method called «the Tanaka-Enome criterion» was chosen for detection of flare-dangerous active regions on the Sun by observations with LPRT. The spectral resolution of LPRT is higher than is required for the criterion, which allows us to specify, develop and improve this method and to study physical parameters of coronal plasma above active regions. Within the framework of the two-component model of the radiation area, an original method was developed for determination of percentage of the hot (7 MK) matter in coronal plasma above active regions, which exists quasi-stationary along with the relatively cold matter (2-4 MK).



Рис. 50. Большой Пулковский радиотелескоп.

Fig. 50. The Large Pulkovo Radio Telescope.

2. Предложен новый индекс солнечной активности, фиксирующий появление на диске Солнца крупных активных областей. В отличие от других индексов, чаще всего базирующихся на интегральных характеристиках в масштабах всего диска Солнца, предлагаемый индекс ориентирован на выявление наиболее геоэффективных активных областей, не требует громоздких вычислений, может оперативно (ежедневно) представляться в СМИ. Имеется положительный опыт реализации предлагаемого метода на одном из каналов ТВ.

2. A new index of the solar activity fixing the appearance of large active regions on the Sun was suggested. Unlike other indexes which are mostly based on integral characteristics on a scale of the whole solar disk, the suggested index is oriented to detection of the most geo-effective active regions, it does not demand cumbersome calculations, it can be presented in real time (every day) in mass media. We have a positive experience of realization of the suggested method at one of the TV channels.

3. Изучение солнечно-земных связей касалось проблемы влияния солнечной активности на земную погоду. По наблюдениям на БПР подмечено, что для Северо-Запада России, подверженного влиянию теплой Атлантики, усиление солнечной активности приводит к потеплению – зимой амплитуда этих эффектов достигает 10 С. Подмеченные закономерности могут использоваться для корректировки краткосрочного прогноза погоды и улучшать его оправдываемость.

Подготовка радиотелескопа к регулярным наблюдениям, а также исследование его геометрии в последние годы выполнялись геодезическими методами. Была установлена относительная стабильность положения центра БПР, обеспечен эффективный контроль ориентирования облучателя, а по данным юстировки 2006 г. сформирована отражающая поверхность главного зеркала БПР со ср.кв. ошибкой (по наблюдению Солнца,  $\lambda=3.2$  см)  $\pm 1.4$  мм (при ср.кв. ошибке юстировки  $\pm 0.5$  мм). В юстировках участвовали М.А. Ангелюк, С.Я. Голосова, В.Ф. Миленко, Е.К. Хилькова, В.И. Жаров.

*Ю.К.Зверев, А.Н.Коржавин, Н.Г.Петерова*

3. The study of solar-terrestrial connections concerned the problem of influence of the solar activity on terrestrial weather. It was noticed from LPRT observations that for the North-West region of Russia which is subjected to the influence of the warm Atlantic, the intensification of the solar activity leads to warming. In the winter time the amplitude of these effects achieves 10 C. The noticed regularities can be used to correct short-term weather forecasts and to improve their proving true.

In recent years, the preparation of the radio telescope to regular observations and the investigation of its geometry were performed by geodesic methods. A relative stability of the LPRT center location was set, an effective control of the feed-cabin orientation was provided, and, according to the alignment data of 2006 (by observations of the Sun,  $\lambda=3.2$  cm), the reflecting surface of the LPRT main mirror was formed within the rms error of  $\pm 1.4$  mm (with the rms error of the adjustment to be  $\pm 0.5$  mm). M.A. Angelyuk, S.Ya. Golosova, V.F. Milenko, E.K. Khil'kova, V.I. Zharov took part in alignment.

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

## РАДИОАСТРОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### МЕЖДУ NVSS И IRAS: ПОИСК НОВОЙ ПОПУЛЯЦИИ РАДИО НЕБА НА РАТАН-600

Проводящиеся на РАТАН-600 предельно глубокие обзоры неба по проекту «Генетический код Вселенной» дали возможность оценить роль новых популяций радио неба, не попавших ни в один из каталогов в радиодиапазоне. Как известно, между ИК обзором неба на волне  $\sim 100$  микрон и самыми глубокими обзорами радио неба на волне 21 см (NVSS, FIRST, порог 1-3 мЯн) нет ни одного обзора близкой чувствительности. Каталоги типа GB (6 см, порог 20 мЯн) и WMAP ( $\sim 1$  см, порог около 1 Ян), эксперимент ХОЛЮД и Зенитный обзор (RZF) на РАТАН-600 близки по чувствительности к NVSS в см диапазоне и в принципе позволяют выделить объекты в несколько мЯн (рис. 51).

Практически все достаточно уверенно выделяемые объекты RZF каталога можно отождествить с NVSS объектами вплоть до предела, накладываемого шумом фоновых неразрешенных радиоисточников. Этот шум может быть связан как с шумом очень слабых в см диапазоне радиоисточников NVSS каталога, так и с шумом новых популяций объектов радио неба, не попавших ни в один из каталогов. Анализ показал, что имеется достаточно мощный шум от радиоисточников, не попавших в NVSS каталог (рис. 52).

## RADIO ASTRONOMY INVESTIGATIONS

### BETWEEN NVSS AND IRAS: THE RATAN-600 SEARCH FOR A NEW POPULATION IN THE RADIO SKY

Extremely deep surveys of the sky performed with RATAN-600 within the framework of the Cosmological Gene project enabled us to estimate the role of new radio sky populations that did not get in any radio range catalog. As is known, there are no surveys of close sensitivity between the IR survey of the sky at the wavelength  $\sim 100$  microns and the deepest surveys of the radio sky at the wavelength 21 cm (NVSS, FIRST, a threshold of 1-3 mJy). The type GB catalogs (6 cm, a threshold of 20 mJy) and WMAP ( $\sim 1$  cm, a threshold of about 1 mJy) the RATAN-600 experiment COLD and the Zenith survey (RZF) are close in sensitivity to NVSS in the cm wavelength range and, in principle, allow selecting objects of several mJy (Fig.51).

Practically all sufficiently-reliable selectable objects of the RZF catalog can be identified with the NVSS objects up to the limit imposed by the noise of unresolved background radio sources. This noise can be related to the noise of very faint cm wavelength range radio sources of the NVSS catalog as well as to the noise of new populations of radio sky objects that did not get to any catalog. The analysis of all types of noises showed that there is a sufficiently powerful noise from radio sources which did not get to the NVSS catalog (Fig. 52).