

облучателей с единым фазовым центром, что позволит «разгрузить» первичный фокус и проводить наблюдения в режиме многочастотного сопровождения (Облучатели №№ 1 и 2).

К сожалению, с продвижением в повседневную жизнь мобильной телефонии, доступа в Интернет по эфиру и др. достижений в области связи помеховая обстановка в районе расположения РАТАН-600 продолжалась ухудшаться. Практически были потеряны для высокочувствительных наблюдений диапазоны 13 и 31 см. Специальные усилия по исследованию этих помех с последующей доработкой приемных трактов по защите от электромагнитных помех радиометров дм диапазона существенно улучшили ситуацию.

В таблицах 8, 9 представлен список научных программ, по которым работал радиотелескоп РАТАН-600 в 2004-2005 гг.

*М. Мингалиев*

## ТЕХНИКА И МЕТОДЫ РАДИОАСТРОНОМИИ

### ПРОЕКТ «ОКТАВА». ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ РАДИОМЕТРИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РАТАН-600 ДЛЯ РАБОТЫ В КОНТИНУУМЕ

Проект «Октава» ориентирован на модернизацию радиометров сплошного спектра РАТАН-600. Начата реализация первого этапа, касающегося радиометров дм диапазона на волны 13, 31 и 49 см. Базовым элементом проекта является новая разработка сверхширокополосной антенны типа Eleven, выполненная в Швеции, Университет Chalmers, Гетеборг (рис.54). [*P.-S. Kildal "Broadband Multi-Dipole Antenna with Frequency-Independent Radiation Characteristics" Patent Application PCT/SE2004/001 178.*]. [*Olsson, R; Kildal, P.-S; Weinreb, S. "The Eleven Antenna: A Compact Low-Profile Decade Bandwidth Dual Polarized Feed for Reflector Antennas" IEEE Transactions on Antennas and Propagation Vol. 54, No. 2, pp. 368 - 375, Feb. 2006*]. Антенна Eleven в первую очередь применяется в качестве первичных облучателей радиотелескопов. Первый образец антенны изготовлен для 43-м зеркала в Green Bank. Эта антенна рассматривается как один из основных вариантов применения в качестве первичного облучателя в американской версии SKA.

При использовании антенны Eleven в качестве первичного облучателя для РАТАН-600 будет реализован переход от *совмещенного* первичного облучателя к *широкополосному*. Последнее обстоятельство снимает ограничения на выбор рабочей частоты парциального радиометрического канала, позволяет уходить на незагруженные

in the mode of multi-frequency tracking (feed cabins 1 and 2).

Unfortunately, as the mobile telephony, wireless access to Internet and other achievements in the communication field are implemented, the interference situation in the RATAN-600 location area continued to become worse. The 13 and 31 cm ranges were practically lost for high-sensitive observations. Special activities on investigation of this interference with subsequent modification of receiving channels for the defense against electromagnetic interference in radiometers of the decimeter range improved the situation considerably.

Tables 8 and 9 give lists of research programs fulfilled by RATAN-600 in 2004-2005.

*M. Mingaliev*

## RADIO ASTRONOMY TECHNIQUES

### PROJECT "OCTAVE". APPLICATION OF SUPERWIDE-BAND TECHNOLOGIES FOR MODERNIZATION OF THE RATAN-600 CONTINUUM RADIOMETER COMPLEX

The project "Octave" is aimed at modernization of the RATAN-600 continuum radiometers. Implementation of the first stage concerning the 13, 31 and 49 cm radiometers of the decimeter range was started. The project base is a new development of a superwide-band antenna of the type Eleven fulfilled in Sweden, University Chalmers, Goteborg (Fig. 54). [*P.-S. Kildal "Broadband Multi-Dipole Antenna with Frequency-Independent Radiation Characteristics" Patent Application PCT/SE2004/001 178.*]. [*Olsson, R; Kildal, P.-S; Weinreb, S. "The Eleven Antenna: A Compact Low-Profile Decade Bandwidth Dual Polarized Feed for Reflector Antennas" IEEE Transactions on Antennas and Propagation Vol. 54, No. 2, pp. 368 - 375, Feb. 2006*]. The Eleven antenna is used first of all as primary feeds of radio telescopes. The first antenna sample was produced for the Green Bank 43 m mirror. This antenna is considered as one of main variants of application as a primary feed in the American version of SKA.

When using the Eleven antenna as a primary feed for RATAN-600 a transition from a *combined* primary feed to the *wide-band* one will be implemented. The latter circumstance removes choice restrictions of operative frequency of a partial radiometric channel, allows moving to the interference-free ranges, allows implementing in prospect a variant of a comprehensive

помехами участки диапазона, реализовать в перспективе вариант предельно полного анализа всего доступного дм диапазона на РАТАН-600, расширяет возможности исследования пульсаров и режима многочастотного слежения.

analysis of all decimeter range accessible with RATAN-600, extends the capabilities of the pulsar studies and of the multi-frequency monitoring mode.

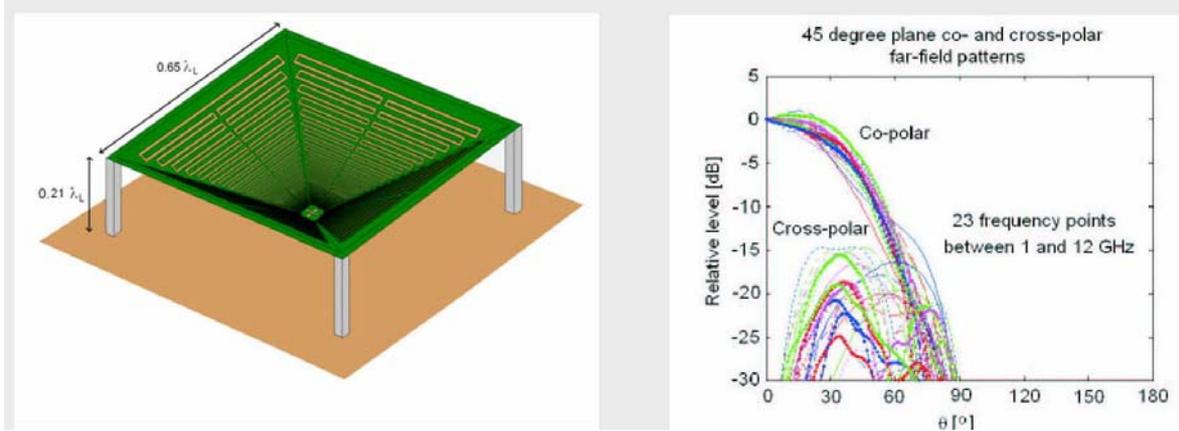


Рис. 54. Лабораторный макет (слева) и диаграмма (справа) антенны Eleven. Любезно предоставлено Рикардом Олсоном, Университет Чалмерс, Швеция.

Fig. 54. Eleven antenna lab model (left) and far-field patterns (right). Courtesy of Rikard Olsson, Chalmers Univ., Goteborg, Sweden

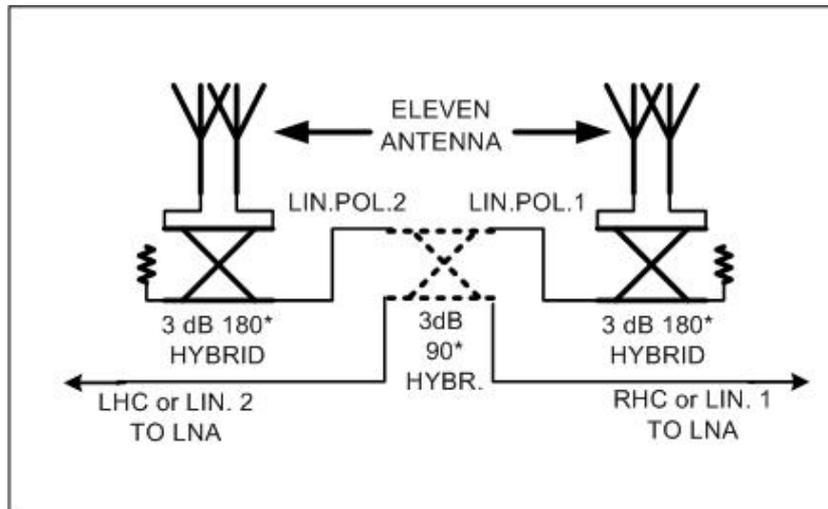


Рис. 55. Подключение антенны Eleven к малошумящему входному блоку. 90° гибрид ставится только для регистрации круговой поляризации.

Fig. 55. Eleven feed and LNB interconnection. 90° hybrid inserted only for Circ. Pol. registration.

Основные характеристики антенны Eleven:

- прием двух линейно-поляризованных компонент сигнала (регистрация параметров Стокса I, U и Q одновременно);
- поляризационная развязка порядка 20 дБ;
- стабильная диаграмма направленности в полосе более декады (рис. 54);
- низкий уровень шумовой температуры;
- независимое от частоты положение фазового центра.

Для эффективного применения запланирована

General properties of the Eleven antenna:

- reception of two linearly-polarized components of signal (simultaneous registration of the Stocks parameters I, U and Q);
- polarization isolation of order 20 dB;
- a stable beam in the band more than a decade (Fig. 54);
- a low level of noise temperature;
- the phase center position independent of frequency.

For application to be efficient we plan to develop an

разработка столь же широкополосного входного двухканального (для двух поляризаций) малошумящего усилительного блока (рис. 55). К выходу блока подключаются через помехозащитные фильтры частотно-селективные радиометрические каналы. Используется модифицированная радиометрическая схема РДШ (Радиометр с Добавлением Шума). Добавочный модулированный шумовой сигнал от общего генератора шума вводится на вход первого усилителя. Синхронное изменение коэффициента передачи и точная балансировка реализуются во входной части каждого парциального частотного канала независимо (рис. 56). Входная часть малошумящего широкополосного блока может быть впоследствии усовершенствована посредством установки входных усилителей между первичным облучателем и  $180^\circ$  гибридами и установки туда же “активных гибридов”, двух усилителей с балансными входами.

equally wide-band input two-channel (for two polarization) low-noise amplifying block (Fig. 55). Frequency selective radiometric channels are connected to the block input through anti-interference filters. A modified radiometric scheme NAR (a noise-addition radiometer) is used. The additional modulated noise signal from a common noise generator is feed to input of the first amplifier. Synchronous alteration of a transition factor and the precise balancing are implemented in the input of every partial frequency channel independently (Fig. 56). Input of the low-noise wide-band block can be improved afterwards by inserting input amplifiers between the primary feeds and  $180^\circ$  hybrids and by inserting there “active hybrids”, two amplifiers with balance inputs.

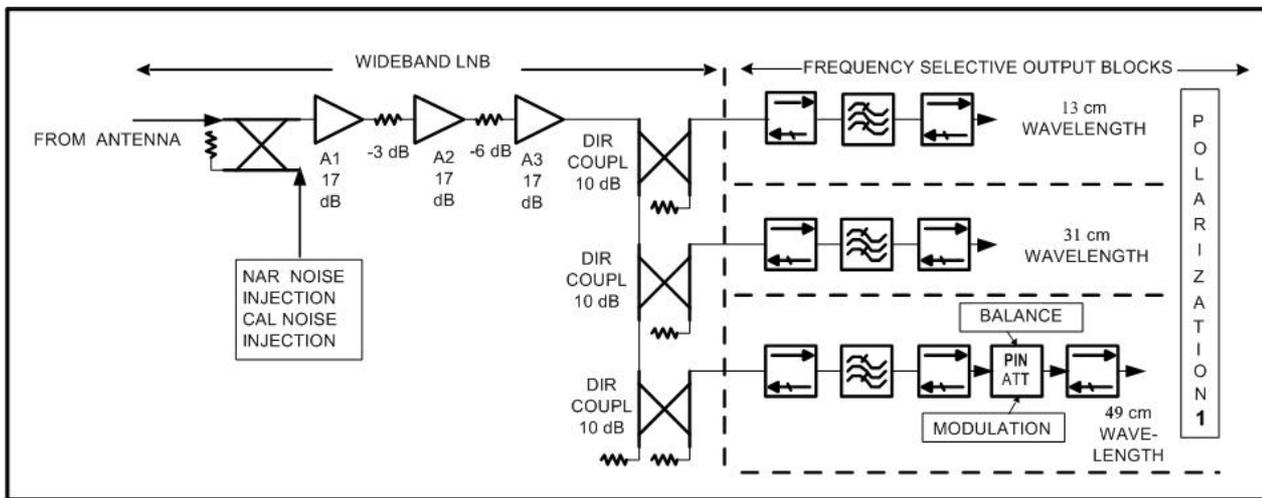


Рис. 56. Структура канала для одной поляризации. На примере волны 49 см показан режим РДШ.  
Fig. 56. One polarization channel structure (49 cm output block shown expanded to demonstrate NAR mode of operation).

На следующем этапе проекта изложенные подходы могут быть применены для модернизации комплекса радиометров см диапазона на волны 6,25; 3,9 и 2,7 см. Входные каскады этих радиометров охлаждаются до 15 К при помощи трех сложных и дорогих микрокриогенных систем замкнутого цикла. Совмещенный первичный облучатель типа Eleven для указанного диапазона частот вполне может быть размещен в криостате с вакуумным окном, при этом общий для трех (или более) радиометров входной блок может быть охлажден одной криомашиной вместо трех. Разработка полностью криостатированной радиометрической входной части будет весьма важным шагом на пути к «идеальному радиометру».

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

At the following stage of the project the described approaches can be applied for modernization of the 6.25, 3.9 and 2.7 cm radiometers of the centimeter range included in the complex. Input cascades of these radiometers are cooled down to 15 K by means of three complicated and expensive micro-cryogenic systems of closed cycle. The combined Eleven primary feed for the mentioned frequency range may well be allocated in a cryostat with a vacuum window, and, in doing so, the input block which is common for three (or more) radiometers can be cooled by one cryo-machine instead of three. Development of a fully cryostatic radiometric input will be an important step on the way toward an “ideal radiometer”.

A.B. Berlin, Yu.N. Parijskij, M.G. Mingaliev,  
N.A. Nizhel'skij, G.M. Timofeeva, D.V. Kratov

## ПРИЕМНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС РАДИОМЕТРОВ КОНТИНУУМА. I.

Продолжались работы по защите от электромагнитных помех радиометров дм диапазона (волны 31 и 13 см).

В 2004 г. на волне 31 см (диапазон работы систем мобильной связи GSM900) удалось достичь вполне удовлетворительной работы радиометра с уменьшенной вдвое полосой приема. После введения в строй новых каналов системы мобильной связи наблюдения опять стали невозможными. С помощью программы *Ansoft Designer SV* в марте 2005 г. были рассчитаны и затем изготовлены 2 новых полосно-пропускающих фильтра 7 порядка на встречных штырях на полосу 0.99 – 1.02 ГГц. На краю полосы GSM (0.96 ГГц) затухание одинаково у обоих экземпляров – 68 дБ. Первый фильтр установлен после малошумящего HEMT усилителя, второй фильтр – после выходного усилителя. Максимальную частоту GSM900 960 МГц удалось подавить на 136 дБ. Наблюдения проводятся с уменьшением полосы приема в 4 раза по сравнению с «допомеховой» эпохой.

В диапазоне 13 см в сентябре 2005 г. ситуация с помехами резко изменилась настолько, что штатная система помехозащиты оказалась неэффективной. Увеличение  $T_a$  на данной волне из-за помех составило более 100К. После измерения уровня помех с помощью измерительного приемника ESMC Rohde&Schwarz (Германия) и точной привязки частоты оказалось, что помехи соответствуют диапазону 2405-2455 МГц, превышение над уровнем шумов достигает 13-15 дБ/мкВ. Этот диапазон выделен для использования на территории РФ радиоэлектронных средств беспроводной передачи данных с 1.06.02. С конца сентября на радиометр был установлен новые полосно-пропускающие фильтры (рис. 57) с полосой 2.12-2.37 ГГц (5/8 прежней полосы приема). Полностью восстановлена возможность радиоастрономических наблюдений на данной волне.

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



## A RECEIVING-MEASURING COMPLEX OF CONTINUUM RADIOMETERS. I.

Work was continued on protection of dm radiometers (the wavelengths 31 and 13 cm) from electromagnetic interference.

In 2004 we succeeded in achieving of quite a satisfactory operation of the 31-cm radiometer with a half-reduced reception band (31 cm is an effective range of the mobile communication systems GSM900). Upon putting of new channels of mobile communication systems into service the observations became impossible again. In March 2005, two new bandpass slab-line filters of the 7<sup>th</sup> order for the range 0.99 – 1.02 GHz were computed with the program *Ansoft Designer SV* and then produced. At the GSM band edge (0.96 GHz) the attenuation is equal to 68 dB for both specimens. The first filter is set after a low-noise HEMT amplifier, the second one – after an output amplifier. We managed to suppress a GSM900 maximum frequency of 960 MHz by 136 dB. Now the observation band is 4 times less than in the epoch “before interference”.

In September 2005 the situation with interference at 13 cm changed abruptly so much that the standard system of interference immunity turned out to be ineffective. Because of interference,  $T_a$  at this wave length was more than 100 K. After the interference level was measured with the measuring receiver Rohde&Schwarz ESMC (Germany) and the frequency was exactly bound, it turned out that interference corresponds to the range 2405-2455 MHz and an interference excess over the noise level reaches 13-15 dB/microV. On the territory of the Russian Federation this range is allotted for radio electronic means of wireless communication since June, 1, 2002. Since the end of September new bandpass filters (Fig. 57) with the band 2.12-2.37 GHz (what is 5/8 of the former reception band) were set at the radiometer. A possibility of radio astronomical observations at this wave length is fully restored.

*A.B. Berlin, N.A. Nizhelsky, P.G. Tsiboulev, G.N.Ilin*

*Рис.57. Фильтр на встречных стержнях для радиометра диапазона 13 см.*

*Fig. 57. Slab-line filter at wavelength 13 cm.*

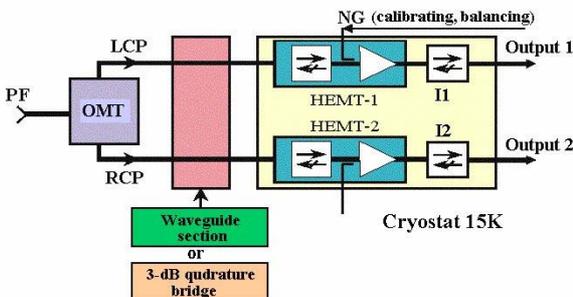
## ПРИЕМНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС РАДИОМЕТРОВ КОНТИНУУМА. II.

Разработан, изготовлен и внедрен в штатную эксплуатацию на РАТАН-600 новый двухканальный криогенный радиометр предельной чувствительности на волну 6.3 см. Новый радиометр планировался для замены криордиометра диапазона 7.7 см, который имел рекордную чувствительность  $2.5 \text{ мК/сек}^{1/2}$  по  $T_a$  с 1979 г. и до демонтажа в конце 2003 г. в связи с выработкой заложенного ресурса и засветкой от геостационарных спутников.

Новый прибор создан с использованием современной элементной базы по схеме радиометра с добавлением шумов. Одновременно регистрируются две круговые или две линейные поляризации. Входной тракт (рис.58) включает в себя первичный облучатель, разделитель круговых поляризаций, сменные волноводную вставку и трехдецибелльный квадратурный щелевой мост для преобразования круговых поляризаций в линейные, входной криоблок (рис. 59) водородного уровня охлаждения на малошумящих транзисторных усилителях типа HEMT. Центральная частота 4.8 ГГц, полоса принимаемых частот 800 МГц, при шумовой  $T$  системы 38 К реализована чувствительность около  $2.2 \text{ мК/сек}^{1/2}$  по каждому каналу.

Уже первые месяцы эксплуатации показали преимущества и эффективность использования нового радиометра. Он обладает хорошей долговременной стабильностью параметров, расчетная чувствительность реализована полностью. Дрейф нуля от внутренних факторов не превышает 50 мК в час. Радиометр работает на выделенной для радиоастрономии частоте, использует обе моды круговой поляризации с отдельными каналами усиления и реализует дополнительный выигрыш в чувствительности по сравнению с одноканальным вариантом, что особенно важно при проведении мониторинга быстропеременных объектов.

*А.Б. Берлин, Н.А. Нижельский совместно с А.М. Пилипенко (ОАО НППО «Сатурн», Украина)*



## A RECEIVING-MEASURING COMPLEX OF CONTINUUM RADIOMETERS. II.

A new two-channel limit-sensibility cryogen radiometer at the wavelength 6.3 cm was elaborated, produced and put into standard operation at RATAN-600. The new radiometer was meant to replace a 7.7-cm cryo radiometer which had a record  $T_a$  sensibility of  $2.5 \text{ mK/sec}^{1/2}$  since 1979 till the dismounting in the end of 2003, because it exhausted a project resource and was exposed to geostationary satellites.

The new device was implemented with the use of modern element base in the layout of radiometer with noise addition. Two circular or two linear polarizations are registered simultaneously. An input channel (Fig. 58) includes a primary feed, an orthomode transducer, a changeable waveguide insert and a removable 3-dB quadrature slit bridge to transform circular polarization into linear one, an input cryo block (Fig. 59) of hydrogen cooling level on low-noise amplifiers of the HEMT type. The central frequency is 4.8 GHz, the band of received frequencies is 800 MHz. At the system noise temperature 38 K a sensibility of about  $2.2 \text{ mK/sec}^{1/2}$  is implemented in each channel.

As early as the first months of exploitation the use of the new radiometer showed its advantages and effectiveness. It has a good long-term stability of parameters. The project sensibility is fully implemented. The zero drift due to inner factors does not exceed 50 mK per hour. The radiometer operates at the frequency allotted for radio astronomy. It uses both modes of circular polarization with separate channels of amplification and implements an additional sensibility gain in comparison with the one-channel variant what is of special importance in monitoring quick-variable objects.

*A.B. Berlin, N.A. Nizhelsky in collaboration with A.M. Pylypenko (Joint-Stock Comp. "Saturn", Ukraine).*

*Рис. 58. Упрощенная блок-схема входной части радиометра. PF – первичный облучатель, OMT – разделитель круговых поляризаций, LCP и RCP – левая и правая круговые поляризации, NG – генераторы шума, I1, I2 – ферритовые изоляторы.*

*Fig. 58. Simplified block-diagram of the front-end unit PF – primary feed, OMT- ortho-mode transducer, LCP and RCP – left and right circular polarizations, NG – noise generators, I1, I2 – ferrite isolators.*

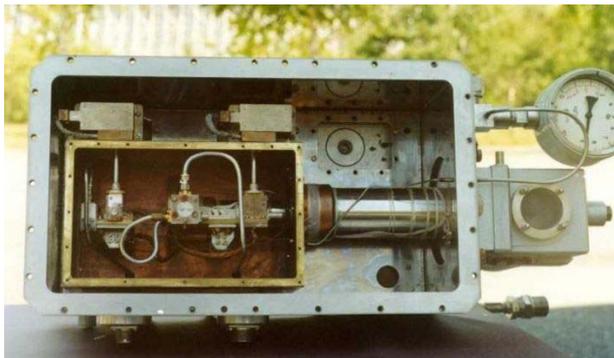


Рис. 59. Внутренний вид криостата  
Fig. 59. Interior of the 15 K cryostat

### СОЗДАНИЕ ШИРОКОДИАПАЗОННОГО СПЕКТРОАНАЛИЗАТОРА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА РАТАН-600

В 2005 г. завершено создание уникального спектрально-поляризационного комплекса высокого разрешения СПКВР в диапазоне 6-18 ГГц, состоящего из 64 каналов с 1% полосой анализа. По сочетанию основных параметров (частотного перекрытия и разрешения, чувствительности и точности поляризационных измерений) такой комплекс является уникальным прибором в практике солнечной радиоастрономии.

### REALIZATION OF A HIGH RESOLUTION BROADBAND SPECTRUM ANALYZER FOR SOLAR INVESTIGATIONS AT RATAN-600

In 2005 we completed the creation of a unique high-resolution spectral polarization complex HRSPC in the range 6-18 GHz consisting of 64 channels with a 1% band of analysis. Combination of basic parameters (frequency overlap and resolution, sensitivity and precision of polarization measurements) makes this complex a unique device in practice of solar astronomy.

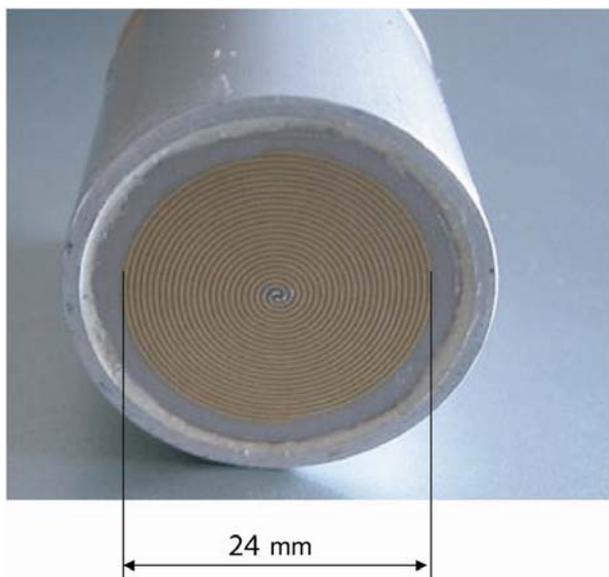


Рис. 60. Вид облучателя круговой поляризации в диапазоне 6-18 ГГц.

Fig. 60. View of the feed of circular polarization in the range 6-18 GHz.

Реализованы следующие технические достижения:

1. Созданы входные облучатели круговой поляризации с малой эллиптичностью и постоянной шириной диаграммы в широком диапазоне частот, позволяющие измерять предельные степени поляризации в диапазоне 6-18 ГГц (рис. 60).

2. Создана быстродействующая многоканальная система сбора данных для регистрации 64 каналов с быстродействием 1 мс на канал. Реализована полная автоматизация работы комплекса для

The following technical achievements were implemented:

1. We created input feeds of circular polarization with a small ellipticity and constant beam width in a wide frequency range which allows measuring limit degrees of polarization in the range 6-18 GHz (Fig. 60).

2. A fast multi-channel system of data gathering was created to register 64 channels with a performance of 1 ms per channel. We implemented a total automation of the complex operation for an around-the-clock

круглосуточного безоператорного режима работы и наблюдений Солнца в режиме адаптивного выбора усиления, контроля текущих параметров, поканального выравнивания спектра с точностью 0.5% и др. (рис. 61).

3. Создана система программного обеспечения для обработки многоволновых данных и анализа основных и опорных наблюдений, включающая набор опций для сопоставления с данными основных наземных и спутниковых обсерваторий (пример на рис. 62).

С.В. Балдин, В.М. Богод, В.И. Гараимов,  
А.А. Перваков

unmanned operational mode and observations of the Sun in the mode of adaptive choice of amplification, control of current parameters, channel-by-channel equalization of the spectrum accurate to 0.5%, etc. (Fig. 61).

3. A software system was made for the processing of multiwavelength data and analyzing of main and reference observations including a set of options for comparison with data from basic terrestrial and satellite observatories (an example is shown in Fig. 62).

S.V. Baldin, V.M. Bogod, V.I. Garaimov, A.A. Pervakov

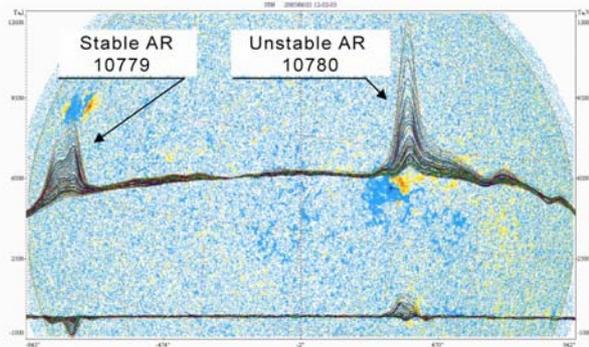


Рис. 61. Пример наблюдений радиоизлучения Солнца на 64 длинах волн в диапазоне 6.0 - 18 ГГц. на новом спектральном комплексе РАТАН-600. На диске присутствуют две активные области. AR 10780 была нестабильной со смещением максимумов интенсивности и круговой поляризации друг относительно друга. (Ср. с AR 10779). В спектре AR10780 заметна инверсия круговой поляризации

Fig. 61. An example of observations of radio emission from the Sun at 64 wave lengths in the range 6.0-18 GHz with a new spectral complex of RATAN-600. There are two active regions on the disk. The region AR 10780 was unstable with shifting intensity maximums and circular polarization relative to each other. (Compare to AR 10779) An inversion of circular polarization is noticeable in spectrum of AR 10780.

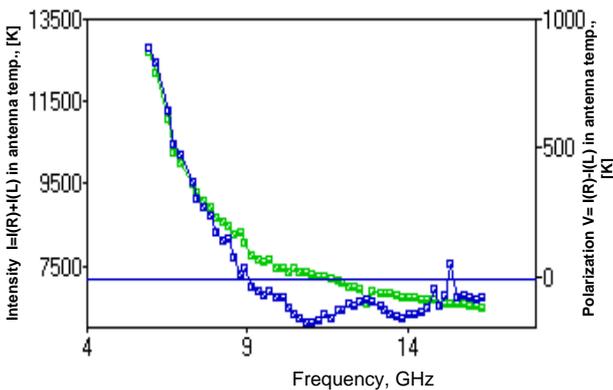


Рис. 62. Спектры потока радиоизлучения с 1% частотным разрешением в интенсивности (зеленый цвет) и круговой поляризации (голубой цвет) для активной области АО 10780. Смена знака поляризации произошла на частоте 8900 МГц.

Fig. 62. Spectra of radio fluxes with the 1% frequency resolution in intensity (green) and circular polarization (blue) for the active region AR 10780. The change of polarization sign occurred at a frequency of 8900 MHz

## ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

В 2004 г. проведена полная геодезическая юстировка южного сектора. Обнаружены существенные систематические расхождения со старыми местами нулей (или ошибки предыдущей юстировки). После исправления существенно улучшилась поверхность антенны, что было подтверждено результатами привязки. Для проведения автоколлимационной юстировки

## GEODESIC ACTIVITY

In 2004 the complete geodesic alignment of the South sector was carried out. Substantial systematic deviations from former zero positions (or errors of the previous alignment) were detected. After correction, the antenna surface improved essentially what was confirmed by connection results. To fulfill an auto-collimation alignment of the South sector a geodesic alignment of the flat reflector was performed and, in

южного сектора была проведена геодезическая юстировка плоского отражателя и в 2005 г. – проверка и корректировка положения отдельных элементов. В 2005 г. завершены работы по калибровке радиальных винтов элементов северного сектора и нивелировке угломестных осей. Полученные поправки используются при работе антенны. Так же постоянно обновляются поправки в угол места плоского отражателя.

После капитального ремонта двух групп элементов северного сектора сделана геодезическая юстировка отремонтированных элементов. Максимальные расхождения с предыдущей юстировкой составили 1 - 3 т. дел., в результате чего полная геодезическая юстировка сектора ввиду большой трудоемкости была признана нецелесообразной. Также проведена работа по привязке отдельных элементов северного сектора после капитального ремонта.

В 2005 г. была проведена серия измерений поверхности вторичного зеркала облучателя тип 5 по новой методике с использованием безотражательного тахеометра. Полученная средняя квадратическая ошибка поверхности вторичного зеркала составила  $\pm 1.0$  мм. Ведется работа по проверке полученных данных и возможности исправления поверхности вторичного зеркала.

Проводится постоянный контроль строительных работ и работ по реконструкции проводимых на объекте РАТАН-600, в частности проверка установки реперов, положения радиальных рельс, контроль высот, привязка системы автоматического горизонтирования и позиционирования облучателя тип 1.

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

2005, positions of separate elements were tested and corrected. In 2005 the calibration of radial screws of the North sector elements and the leveling of position-angle axes were made. The obtained corrections are used in antenna operation. The position-angle corrections of the flat reflector are also updated permanently.

After extensive repair of two element groups in the North sector the repaired elements were geodesic aligned. Maximum deviations from the previous alignment were equal to 1-3 precise points. As a consequence, the total geodesic alignment of the sector was considered as inexpedient because of big labor intensity. The connection of separate elements of the North sector after the extensive repair was also fulfilled.

In 2005 a series of surface measurements of the secondary reflector of cabin 5 was fulfilled by a new method with the use of a reflectionless tachymeter. The obtained mean-square error of the secondary reflector surface was  $\pm 1.0$  mm. The work is being carried out on the testing of obtained data and a possibility to correct the secondary reflector surface.

Construction and reconstruction works at RATAN-600 are constantly controlled; in particular, we test the placing of reference points, positions of radial rails, elevations, connection of the system of automatic leveling and positioning of the type 1 cabin.

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