

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) ± 1.4 мм (при ср.кв. ошибке юстировки ± 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 ± 1.4 mm (with the rms error of the adjustment to be ± 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 ~ 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 (~ 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 ~ 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 (~ 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).

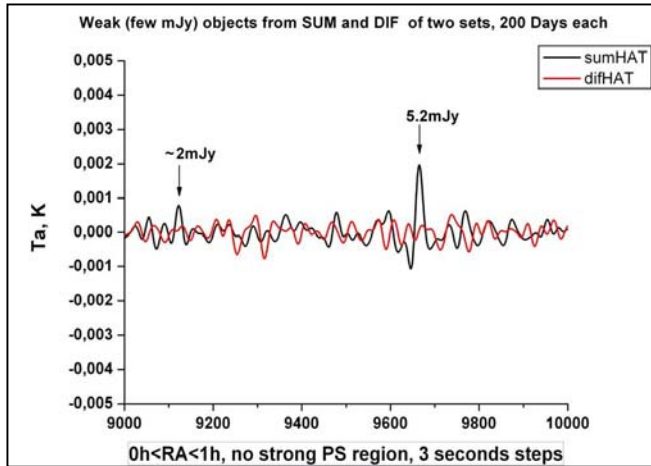


Рис. 51. Пример выделения слабых радиоисточников в RZF обзоре при накоплении около 30 минут на элемент разрешения.

Fig. 51. An example of selection of faint radio sources in the RZF survey at about 30 minutes of accumulation per an element of resolution.

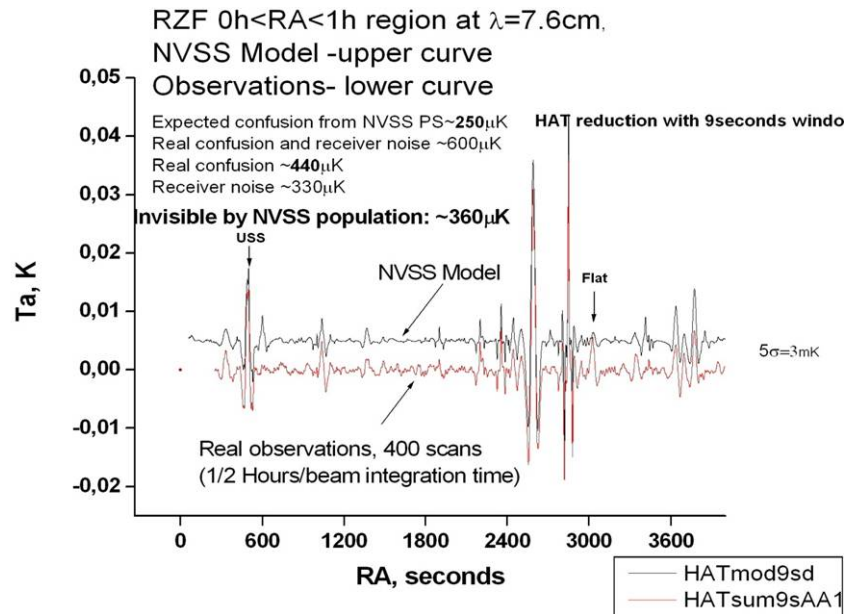


Рис. 52. Сравнение глубокого разреза неба в см диапазоне (7.6 и 6 см) с модельным разрезом по данным на 21см (NVSS каталог, сглаженный двумерной диаграммой РАТАН-600). И модель, и наблюдения очищены от шума далеких от оси радиоисточников МНАТ фильтром. Нет ни одного нового объекта на уровне более 3σ , и только два имеют резко отличные от предсказаний модели спектральные индексы. Однако, шум насыщения на суб-мЯн уровне более чем вдвое превышает предсказанный по NVSS модели, что говорит о существовании новой популяции, не попавшей ни в один радио каталог.

Fig. 52. Comparison of the deep cut of the sky in the cm range (7.6 and 6 cm) with the model cut by the 21-cm data (the NVSS catalog smoothed by a 2-D RATAN-600 beam). Both the model and observations were cleaned from radio sources far from the axis by the MHAT filter. There is no new object at the level of more than 3σ , and only two objects have spectral indexes that are sharply differing from model predictions. However, the saturation noise at the sub-mJy level exceeds that predicted by the NVSS model more than 2 times, which suggests existence of a new population that did not get to any radio catalog.

Для уточнения роли шума NVSS источников были проведены исследования спектральных свойств объектов NVSS каталога на различных уровнях плотностей потока по данным радиобзоров на РАТАН-600 (эксперимент ХОЛОД и RZF). Было уверенно обнаружено уплощения среднего спектрального индекса их при переходе от

To specify the role of the noise from NVSS sources, the spectral properties of NVSS objects at different flux density levels were studied by data of the RATAN-600 radio surveys (the experiments COLD and RZF). The flattening of an average spectral index at the transition of flux densities from 100 mJy to 10 mJy in the cm range was detected reliably (Fig. 53). The theory

плотностей потока от 100 мЯн до 10 мЯн в см диапазоне (рис. 53). Теория предсказывает этот эффект как следствие исчезновения популяции мощных радиосточников с крутыми спектрами типа FRII, которая уже почти полностью видна на любых расстояниях во Вселенной на уровне GB каталога.

predicts this effect as a consequence of disappearance of the population of powerful radio sources with steep spectra of the type FRII, which is almost totally seen at any distances in the Universe at the level of the GB catalog.

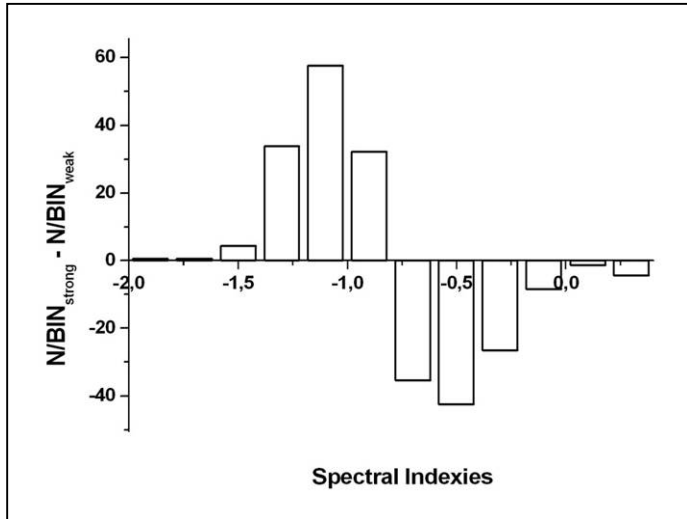


Рис. 53. Гистограмма разности распределения спектральных индексов сильных (обзор северного неба на РАТАН-600) и слабых (RZF обзор) NVSS источников. При переходе к слабым увеличивается процент источников со спектральными индексами более плоскими, чем средний, и уменьшается число источников со спектральными индексами более крутыми, чем средний спектральный индекс.

Fig. 53. Histogram of the difference of spectral index distributions of strong (the RATAN-600 survey of the northern sky) and faint (the RZF survey) NVSS sources. At transition to faint ones the percentage of sources with spectral indexes that are flatter than the average one increases, and the number of sources with spectral indexes steeper than the average spectral index decreases.

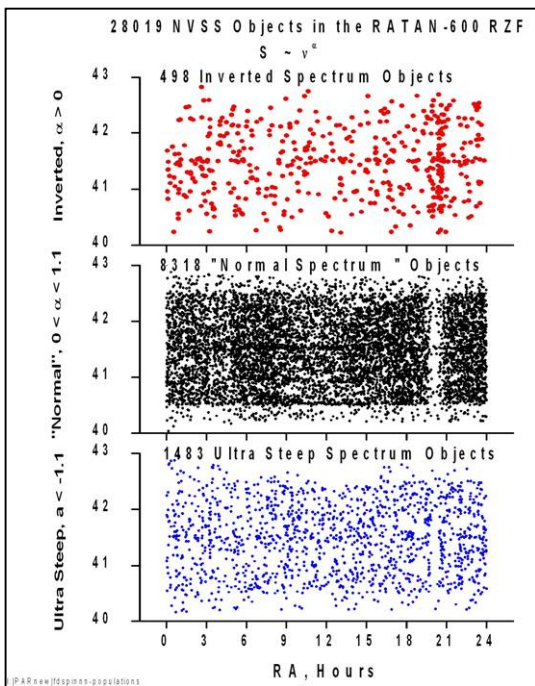


Рис. 54. Данные о 28019 спектральных индексах NVSS объектов, видимых в RZF обзоре. Подтверждается вывод о малом числе объектов с инверсионными спектрами (~2%). Процент объектов с ультра-крутыми спектрами остается ощутимым (~5%).

Fig. 54. Data on 28019 spectral indexes of NVSS objects visible in the RZF survey. The conclusion of a small number of objects with inversion spectra (~2%) is confirmed. The percentage of objects with ultra-steep spectra remains noticeable (~5%).

Спектральные свойства самых слабых NVSS объектов не удалось исследовать на статистически значимых массивах. Нами был предложен метод «групповых» спектральных индексов, который свободен от шума «насыщения», что позволило проследить спектральный состав NVSS популяций до уровня выше 3.8 мЯн на волне 21 см. Обнаружено,

The study of spectral properties of the faintest NVSS objects by statistically-significant arrays has failed. We suggested a method of «group» spectral indexes, which is free of the «saturation» noise. This allowed us watching the spectral composition of NVSS populations up to the level higher than 3.8 mJy at the wavelength 21 cm. It was discovered that a small

что небольшое уплощение спектральных индексов продолжается. Карта неба всех NVSS объектов, попавших в область нового двухмерного обзора области размером 500 кв. град. (RZF обзор), показана на рис. 54.

Уточненные данные о спектре слабых NVSS объектов позволили утверждать, что основной шум фоновых источников, наблюдаемых на РАТАН-600 в предельно глубоких обзорах, почти вдвое больше шума NVSS неба в см диапазоне. Учитывая малое количество объектов с инверсионными спектрами, мы считаем, что основная масса новых объектов неба имеет спектральный индекс близкий к ожидаемому для галактик с бурным звездообразованием, а не для галактик с активными ядрами, имеющими плоские и инверсионные спектры. Уточнение природы новой популяции радио неба на РАТАН-600 продолжается.

*Ю.Н. Парийский, Н.Н. Бурсов, Т.А. Семенова,
Ю. Сотникова, Н.С. Соболева, А.В. Темирова,
М. Хабибуллина, А.Б. Берлин, Н.А. Нижельский,
Д.А. Кратов*

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАБЛЮДЕНИЙ АНИЗОТРОПИИ РЕЛИКТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА РАТАН-600

В 2006 г. продолжались работы по моделированию наблюдений температурной анизотропии РИ на РАТАН-600. Моделировались многочастотные наблюдения площадок $10^\circ \times 10^\circ$ в диапазоне 1-30 ГГц с учетом сложной диаграммы направленности РАТАН-600 и некоррелированного шума приемников при различных временах накопления. Кроме самого РИ в моделях учитывались излучение Галактики (синхротрон, свободно-свободное излучение и излучение пыли), а также температурный эффект Сюняева-Зельдовича.

Разделение компонент излучения проводилось в Фурье-области методом максимума энтропии. Из результатов видно, что пространственное распределение анизотропии РИ (рис. 55) и других компонент излучения можно восстановить с приемлимой точностью, если известны их спектральные зависимости и ковариационные свойства. Оценки спектра мощности РИ, даже с учетом возросшей дисперсии выборки из-за небольшого размера площадки, можно использовать для наложения пределов на космологические параметры, например на Ω_b и Ω_m , к которым чувствительны второй и третий доплеровские пики.

Хотя такое моделирование является достаточно идеализированным, тем не менее, оно показывает, что на РАТАН-600 можно получить приемлемые результаты даже с учетом сложности его диаграммы и при умеренных временах накопления.

В.А. Столяр

flattening of spectral indexes continues. The sky map of all NVSS objects of the 500 sq. degrees area of the new 2-D survey (the RZF survey) is shown in Fig. 54.

The refined data on spectra of faint NVSS objects allowed us stating that the main noise of background sources observed with RATAN-600 in the extremely deep surveys is almost two times more than the NVSS sky noise in the cm range. Allowing for a small number of objects with inversion spectra, we think that the main part of new objects has the spectral index close to the expected one for galaxies with violent star forming, but not for active nuclei galaxies having flat and inversion spectra. The specification of the nature of the new population of the radio sky with RATAN-600 goes on.

*Yu.N. Parijskij, N.N. Bursov, T.A. Semenova,
Yu. Sotnikova, N.S. Soboleva, A.V. Temirova,
M. Khabibullina, A.B. Berlin, N.A. Nizhel'sky,
D.A. Kratov*

THE MODELLING OF CMB ANISOTROPY OBSERVATIONS AT THE RATAN-600 RADIO TELESCOPE

The modelling of CMB temperature anisotropy observations at the RATAN-600 radio telescope was continuing in 2006. The model was created for multi frequency observations of $10^\circ \times 10^\circ$ patches at 1-30GHz bands taking into account complicated beam profile of RATAN-600 and uncorrelated receiver noise with various integration times. The model of microwave sky included not only CMB signal but also Galactic components like synchrotron, free-free and dust emission as well as thermal Sunyaev-Zeldovich effect.

Component separation was performed in Fourier-domain using maximum entropy method. It is clear from results that CMB anisotropy (Fig. 55) and other component's spatial distribution can be recovered with acceptable accuracy, if their spectral dependencies and covariance properties are known. CMB power spectrum estimations, even with increased variance of sample due to the small size of the patch, can be used to constrain the cosmological parameters, e.g. Ω_b and Ω_m to that second and third Doppler peaks are quite sensitive.

Although such modelling is quite idealised, it demonstrates that it is possible to obtain affordable results at RATAN-600, even taking into account its complicated beam and using moderate integration time for observations.

V. Stolyarov

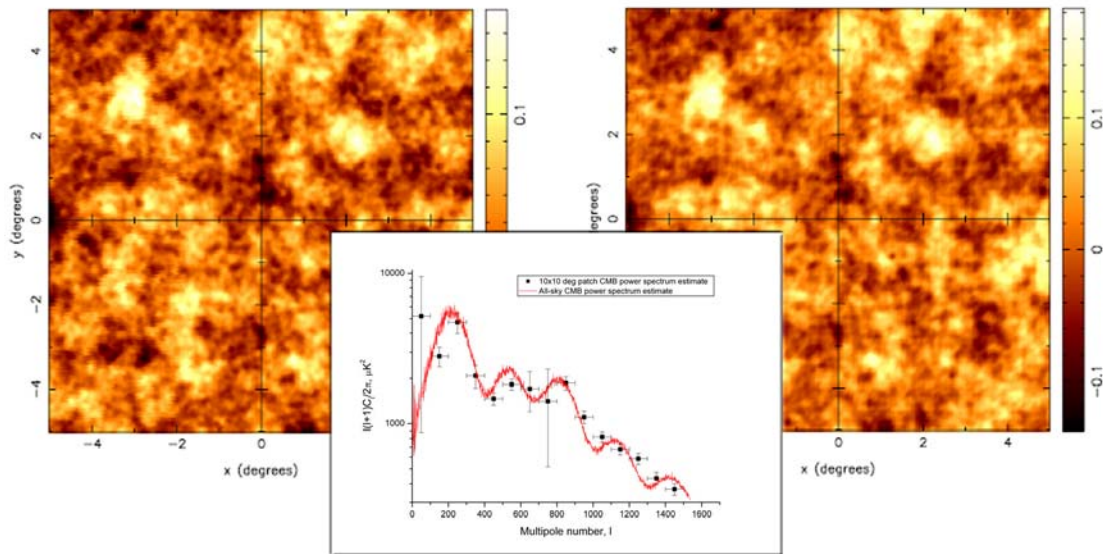


Рис. 55. Пример восстановления распределения анизотропии РИ на площадке $10^\circ \times 10^\circ$. Слева показана модель, справа – восстановленная карта анизотропии РИ в единицах интенсивности MJy/Sr на частоте 300 ГГц. На врезке – пример оценки спектра мощности РИ в единицах термодинамической температуры μK^2 .

Fig. 55. An example of CMB anisotropy recovery on a small $10^\circ \times 10^\circ$ patch. The model is on the left, the recovered map is on the right, units are of MJy/Sr at 300 GHz. An example of CMB power spectrum estimate is shown on the inlay; units are μK^2 of thermodynamical temperature.

ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКИХ МУЛЬТИПОЛЕЙ КАРТ РЕЛИКТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Проанализированы фазы низких мультиполей карт реликтового излучения миссии WMAP, которые, как предполагается, связаны со свойствами Вселенной на самых ранних этапах развития, включая топологию пространства и образование первых структур (рис. 56). Была обнаружена значительная фазовая корреляция между квадрупольными картами WMAP и других фоновых компонент в каналах регистрации К-В. Морфология квадруполя является отражением карт наложенных фонов и сохраняется после разделения компонент. Оказалось, что простым поворотом на один угол можно из фаз сигнала получить фазы наложенных фонов. Этот эффект отражает факт, что фазы квадруполя являются следствием систематического эффекта, а не проявлением первичной негауссовости.

О.В. Верходанов совместно с П.Д. Насельским (Южный федеральный университет, Институт Нильса Бора, Дания)

СПЕКТРАЛЬНО-ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ФЛУКТУАЦИИ КОСМИЧЕСКОГО МИКРОВОЛНОВОГО ФОНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. НАБЛЮДЕНИЯ НА РАТАН-600 2001 - 2006 ГГ.

На РАТАН-600 в 2001-2006 гг. был проведен поиск спектрально-пространственных флуктуаций излучения космического фона на волне 6.2 см в двух

THE STUDY OF LOW MULTIPOLES OF COSMIC BACKGROUND RADIATION MAPS

We analyzed phases of low multipoles of CMB maps of the mission WMAP which are supposedly related to properties of the Universe at the earliest stages of evolution, including the topology of space and formation of the first structures (Fig. 56). A considerable phase correlation between quadrupoles in the WMAP map and other background components was discovered in the K-W registration channels. The quadrupole morphology reflects maps of superimposed backgrounds and remains after separation of components. It turned out that phases of superimposed backgrounds can be obtained from signal phases by a simple rotation through one angle. This effect accounts for the fact that the quadrupole phases are sequent of a systematic effect, but not a manifestation of the initial non-Gaussianity.

O.V. Verkhodanov in collaboration with P.D. Nasel'sky (Southern Federal University, Niels Bohr Institute, Denmark)

PATIAL-SPECTRAL FLUCTUATIONS OF COSMIC MICROWAVE BACKGROUND. OBSERVATIONS WITH RATAN-600 IN 2001-2006

In 2001-2006 RATAN-600 was used in the search for spatial-spectral fluctuations of the cosmic background radiation at the wavelength 6.2 cm in two

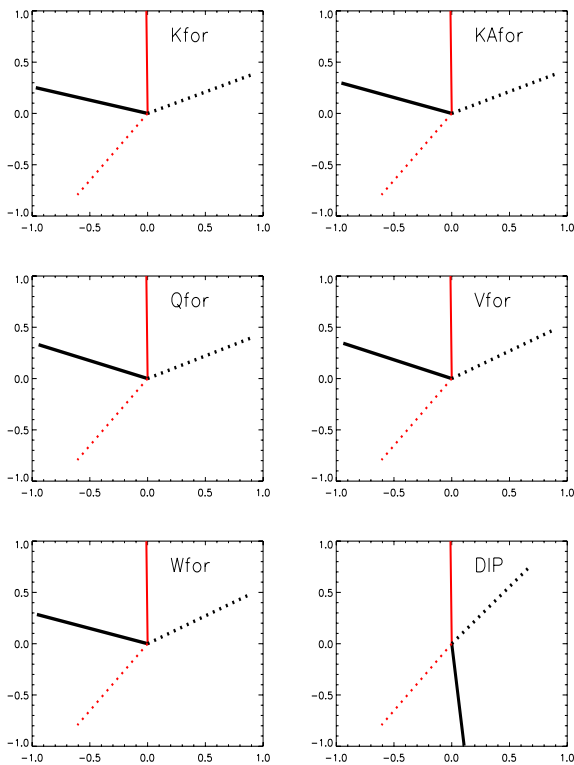


Рис. 56. Полученные по результатам наблюдений за 3 года миссии WMAP фазовые диаграммы на декартовой плоскости фоновых компонент (черные линии) и карты реликтового излучения ILC(III) (красные линии). Фазы показаны как углы между положительным направлением оси абсцисс и соответствующей линией. Сплошными линиями отмечены моды $(l, m) = (2, 1)$ и штриховыми – $(l, m) = (2, 2)$. На нижней правой панели показаны фазы ILC(III) красным цветом, некосмологического диполя $(l, m) = (1, 1)$ – сплошной черной линией, космологического диполя – штриховой черной линией. Из рисунка видно, что разность фаз для соответствующих мод квадруполя между фоновыми компонентами и карты ILC(III) примерно одна и та же, что может быть обусловлено систематическим эффектом при обработке данных.

Fig. 56. Phase diagrams in the Cartesian plane of background components (black lines) and CMB maps ILC(III) (red lines) obtained from the 3-year WMAP observations. Phases are shown as angles between the positive direction of abscissa and a corresponding line. Solid lines denote the modes $(l, m) = (2, 1)$ and the dashed lines are for $(l, m) = (2, 2)$. In the right low panel the ILC(III) phases are shown in red, the phases of non-cosmological dipole $(l, m) = (1, 1)$ are shown by the solid black line, and that of the cosmological dipoles are shown by the dashed black line. It is seen from the figure, that the difference of phases for corresponding quadrupole modes between background components and the map ILC(III) is approximately the same, which can be caused by a systematic effect when processing data.

полосках размером $35' \times 7'$ в окрестности Полюса Мира. Показано, что в полосе радио частот ≈ 12 МГц и в диапазоне угловых периодов от $4'$ до $16'$ спектры пространственных флуктуаций имеют подъемы степенного характера со значениями показателя до -1.5 ± 0.5 , наблюдающиеся с периодичностью 2-3 МГц (рис. 57). В марте 2002 г. обнаружены два узкополосных максимума на частотах 4870.4 и 4871.5 МГц с амплитудой соответствующих им флуктуаций 5 ± 0.5 мК по антенной температуре в области угловых периодов $\sim 5'$, имеющих ширину около 600 кГц. Стандартные проверки полусуммы и полуразности двух групп наблюдений, случайно образованных из общей совокупности 23 записей цикла наблюдений в марте 2002 г., а также сравнение со спектрами холодной согласованной нагрузки, подключенной на вход приемника вместо антенны, подтверждают реальность этих деталей. Однако, природа обнаруженных особенностей излучения пока не ясна. Попытка связать это излучение с вращательными переходами молекулы CH^2 $\Pi_{1/2} J = 5/2$, две компоненты мультиплета которого попадают в исследованный диапазон, оказалась безуспешной. Влияние аппаратуры и излучения земной атмосферы также представляется маловероятным.

И.В. Госачинский, В.К. Дубрович, А.П. Венгер

small strips of $35' \times 7'$ size in the vicinity of the Celestial Pole. It was shown that in a radio frequency band of ≈ 12 MHz and within a range of angular periods from $4'$ to $16'$ the spectra of spatial fluctuations have raises of power-law character with index values up to -1.5 ± 0.5 observed with a period of 2-3 MHz (Fig. 57). Besides, in March 2002 we detected two narrow-band maxima at the frequencies 4870.4 and 4871.5 MHz with the amplitude of corresponding fluctuations 5 ± 0.5 mK in antenna temperature in the range of angular periods about $5'$ with the width about 600 kHz. Routine checks by spectra of half-sum and half-difference of two groups of observations formed randomly from the general totality of 23 records of the March 2002 observational cycle and the comparison with spectra of a cold matched load connected to the receiver's input instead of antenna confirmed the reality of these details. However, the nature of the detected features of radiation is not clear yet. An attempt to connect this radiation with a rotational transition of the molecule CH^2 $\Pi_{1/2} J = 5/2$, two multiplet components of which get into the range under investigation, failed. Influence of equipment and radiation of the terrestrial atmosphere also seems unlikely.

I.V. Gosachinskij, V.K. Dubrovich, A.G. Venger

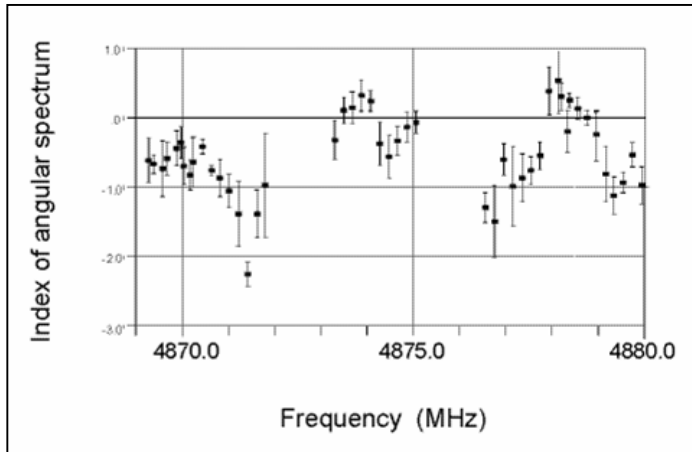


Рис. 57. Зависимость показателей угловых спектров от частоты радиодиапазона на волне 6 см в области периодов от 4' до 16' в одной из полосок около Полюса Мира.

Fig. 57. Relations between indexes of angular spectra and radio-range frequencies at the wavelength 6 cm within the range of periods from 4' to 16' in one of strips near the Celestial Pole.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВСПЫШЕЧНОЙ ПЕРЕМЕННОСТИ МИКРОКВАЗАРА CYG X-3

В период от сентября 2005г. по март 2007г. в многочастотном мониторинге переменности микроквара Cyg X-3 (рентгеновая двойная, в состав которой входит, вероятно, черная дыра и массивная звезда Вольфа-Райе) впервые за последние четыре года зарегистрирована бурная активность. Почти ежедневные наблюдения проводились на РАТАН-600 (1-30 ГГц) и сопровождалась короткими сетями на РТФ-32 (ИПА РАН), РТ 45-м и NMA (NRO NAOJ) в диапазоне 2, 8.5 и 98/110 ГГц. Несмотря на сорокалетнюю историю исследований, природа источника еще остается тайной, а о механизме смены состояний системы, генерации мощных вспышек и процессе формирования струйных выбросов пока остается только догадываться.

INVESTIGATION OF FLARE VARIABILITY OF THE MICROQUASAR CYG X-3

In the period from September 2005 to March 2006, a violent activity was registered in the multi-frequency monitoring of variability of the microquasar Cyg X-3 (an X-ray binary which probably consists of a black hole and a massive Wolf-Rayet star) for the first time during the last four years. RATAN-600 observations were carried out almost every day (1-30 GHz) and were accompanied by short sets at RTF-32 (IAA RAS), RT-45 and NMA (NRO NAOJ) within the range 2, 8.5 and 98/110 GHz. In spite of the 40-year history of investigation, the nature of this source is still mysterious, and we cannot but guess the mechanism of alteration of system states, generation of powerful bursts and the process of jet formation.

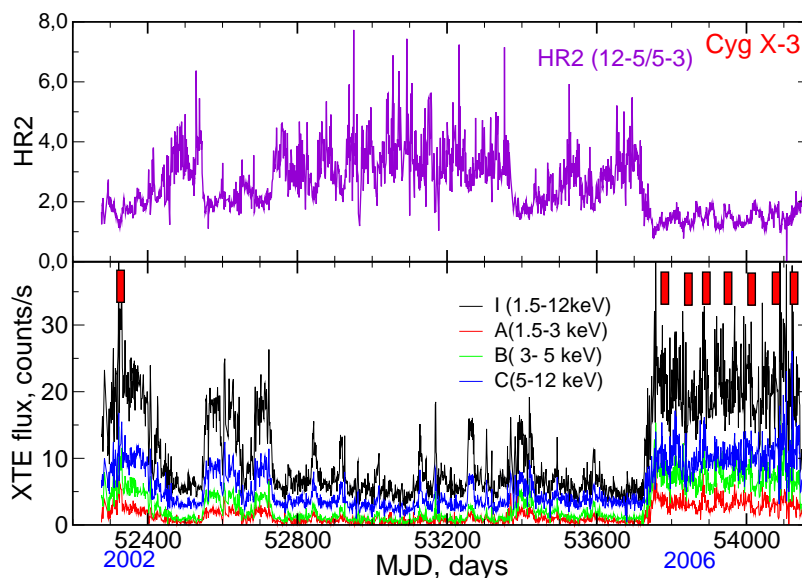


Рис. 58. Кривые блеска рентгеновского излучения Cyg X-3 в течение 2002-2006 гг. Внизу: кривые блеска в полной интенсивности (2-12 кэВ) и в трех подканалах (А, В, С) по данным программы ASM RXTE. Красные прямоугольниками отмечены моменты ярких (>1 Ян) радиовспышек. Вверху: изменение жесткости рентгеновского излучения HR2.

Fig. 58. X-radiation light curves of Cyg X-3 during 2002-2006. Bottom: light curves in the total intensity (2-12 keV) and in the sub-channels (A, B, C) by data of the ASM RXTE program. Red rectangles mark moments of bright (>1 Jy) radio flares. Top: alteration of X-radiation hardness HR2.

На рис. 58 приведены кривые блеска и изменения отношения жесткости мягкого рентгеновского излучения Cyg X-3 в течение последних четырех лет по данным RXTE. В период относительно жесткого рентгеновского излучения (2002-2005 гг.) не было ни одной радиовспышки ярче 1 Ян, что, очевидно, указывает на отсутствие мощных истечений из микроквазара. В начале 2006 г. были зарегистрированы мощные радиовспышки с амплитудой от 1 до 17 Ян, и Cyg X-3 перешел в состояние с очень высоким и мягким рентгеновским излучением (данные RXTE и Swift/BAT). 2 февраля, спустя 18 дней после предвспышечного «угасания» радиоизлучения и роста рентгеновского потока, была зарегистрирована первая вспышка (на уровне ~1 Ян) в квазисовременных измерениях на РАТАН-600 и 45-м телескопе NRO. В полосе частот от 2 до 110 ГГц потоки оказались почти одинаковыми, т.е. это событие характеризовалось плоским спектром радиоизлучения. Затем последовали несколько коротких (1-2 дня) всплесков и мощная (~5 Ян) длительная вспышка в марте. После ее затухания в мае была детектирована еще более яркая вспышка (~13 Ян), которая была полностью протерена от начала до стадии почти полного затухания.

18 мая с помощью E-VLBI впервые были получены изображения Cyg X-3 с разрешением 0.007" в период довольно высокой яркости (~2 Ян). Был обнаружен компактный струйный выброс с оптически тонким спектром. Излучение от ядра в этот период отсутствовало, а поток от струи на 5 ГГц составлял около половины от полного потока источника в этот момент, т.е. значительная часть излучения шла от областей вокруг Cyg X-3 с размерами больше 0.05" (вероятно от области сильно расширившегося первичного выброса). В июне на РТ-32 была зарегистрирована очень быстро эволюционирующая вспышка, поток которой на 2 и 8 ГГц вырос от 1 до 2 Ян за 3 часа. 25 июля после недельного характерного «угасания» потока до значений меньше 50 мЯн была зарегистрирована мощная вспышка, достигшая в максимуме яркости 16 Ян.

В ноябре 2006 г. на РАТАН-600 и NMA было зарегистрировано быстро-переменное радиоизлучение от 1 до 110 ГГц (Цубои и др. ATEL #952). Сначала в течение девяти дней микроквазар погас до 20 мЯн (рис. 59), а затем произошла мощная вспышка с последовательным уярчением до 3 Ян от высоких до низких частот. Уже на спаде этой вспышки на NMA была зарегистрирована короткая вспышка, когда поток на 110 ГГц за одни сутки вырос от 165 до 3000 мЯн, а затем менее чем за 3 часа упал до 1 Ян. Этот же всплеск, но с амплитудой ниже 1 Ян, был детектирован в диапазоне 4-30 ГГц. Таким образом, впервые обнаружены очень короткие и яркие вариации потока в мм диапазоне волн, происхождение которых связано с формированием коллимированного релятивистского струйного выброса из внутренних областей аккреционного диска вокруг релятивистского объекта, вероятно черной дыры.

Fig. 58 presents X-radiation light curves and hardness ratio alterations of soft X-radiation of Cyg X-3 during the last four years by RXTE data. In the period of relatively hard X-radiation (2002-2005) there was no radio flare brighter than 1 Jy, which obviously indicates the absence of powerful outflows from the microquasar. At the beginning of 2006 powerful radio flares of the amplitude from 1 to 17 Jy were registered, and Cyg X-3 passed to the state with a very high and soft X-radiation (data of RXTE and Swift/BAT). On February 2, 18 days after the pre-flare «extinction» of radio emission and the increase of X-ray flux, the first flare (at the level ~1 Jy) was registered in quasi-simultaneous measurements with RATAN-600 and the 45-meter NRO telescope. Within the frequency band from 2 to 110 GHz the fluxes were almost identical, i.e. the radio spectrum of this event was flat. Then several short (1-2 days) flares and one long powerful (~5 Jy) flare occurred in March. After its fading, a more powerful flare (~13 Jy) was detected in May. It was measured completely from the beginning to the stage of almost total fading.

On May 18, images of Cyg X-3 were first obtained with a resolution of 0.007" with the help of E-VLBI in the period of a rather high brightness (~2 Jy). A compact jet with an optically thin spectrum was detected. There was no radiation from the nucleus at that period, and the flow from the jet at 5 GHz was about half of the total flux from the source at that moment, i.e. a considerable part of radiation was emitted by regions around Cyg X-3 with the size more than 0.05 arc.sec (probably, from the region of a primary jet that expanded strongly). In June, RT-32 registered a very quickly evolving flare, the flux from which at 2 and 8 GHz increased from 1 to 2 Jy during 3 hours. On June 25, after a week-long typical «fading» of flux to less than 50 mJy, a powerful flare was registered with the maximum brightness 16 Jy.

In November 2006, RATAN-600 and NMA registered a quick-variable radio emission from 1 to 110 GHz (Tsuboi et al, ATEL #952). First, during 9 days the microquasar faded to 20 mJy (Fig. 59), then a powerful flare occurred with a serial brightening to 3 Jy from high to low frequencies. When this flare was fading, NMA registered a short flare when the 110-GHz flux increased from 165 to 3000 mJy during one day, and then it fell to 1 Jy during less than 3 hours. The same flare, but with an amplitude of less than 1 Jy was detected in the range 4-20 GHz. Thus, very short and bright flux variations in the mm wavelength range were first detected whose origin is related to the forming of a collimated relativistic jet from inner regions of an accretion disk around a relativistic object, probably, a black hole.

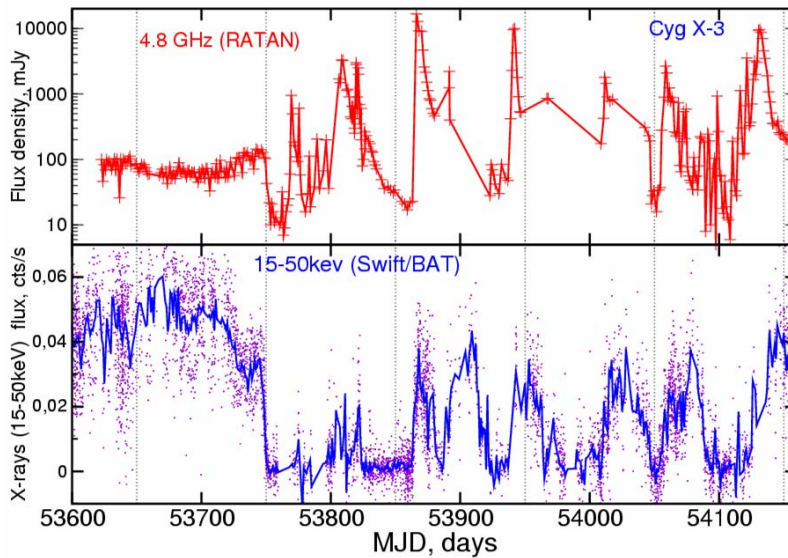


Рис. 59. Внизу: кривые блеска жесткого рентгеновского излучения (15-50 кэВ) от Cyg X-3 в течение наблюдений с сентября 2005 г. до конца февраля 2007 г. Сплошная синяя линия проведена по усредненным по суткам точкам измерений (фиолетовые крестики). Сверху: кривая блеска Cyg X-3 в диапазоне 4.8 ГГц по ежедневным измерениям на РАТАН-600.

Fig. 59. Bottom: light curves of hard X-radiation (15-50 keV) from Cyg X-3 during observations from September 2005 to the end of February 2007. The solid blue line is plotted by day-averaged points of measurement (violet crosses). Upper: the light curve of Cyg X-3 in the range 4.8 GHz by every-day RATAN-600 measurements.

Подобные комплексные исследования очень важны для построения адекватной модели эволюции вспышечной активности микроквазаров. По характерному изменению спектра, измеренному в широком диапазоне частот, было обнаружено, что эволюция радиоизлучения в этой вспышке Cyg X-3 может быть объяснена в модели с внутренними ударными волнами, релятивистски движущимися по струе. Только тогда находит объяснение рост поглощения радиоизлучения на 1 ГГц по мере развития вспышки на высоких частотах. П. Войцик в своей дипломной работе разработал численную модель эволюции радиоизлучения в релятивистском струйном выбросе и подобрал наиболее точно соответствующие наблюдательным данным физические параметры эволюции вспышки на более поздних стадиях эволюции. В такой модели получились следующие начальные параметры генерации вспышечного радиоизлучения: скорость струи $\sim 0.7c$, магнитное поле 10^{-2} Гс, плотность тепловых электронов $\sim 10^3 \text{ см}^{-3}$, начальный размер области струйного выброса 10^{14} см, продолжительность стадии генерации 2.5 дня и длительность стадии экспоненциального расширения струи 4 дня. В данной модели удается смоделировать кривые блеска и радиоспектры вспышечного события.

Но одну трудность пока не удалось преодолеть – начальное развитие вспышки. Оптическая толща радиоизлучения струйного выброса на 1 ГГц растет по мере развития вспышки, а не убывает как следует из традиционного физического рассмотрения.

Such complex investigations are very important for building an adequate model of evolution of microquasar flare activity. By typical alteration of spectrum measured in a wide frequency range, it was discovered that the evolution of ratio emission in this flare of Cyg X-3 may be explained in a model with internal shock waves moving relativistically along the jet. Only then one can explain the increase of radio emission absorption at 1 GHz as the flare develops at high frequencies. In his graduation work, P.Voitsik elaborated a digital model of evolution of radio emission in the relativistic jet and selected physical parameters of the flare evolution at later evolution stages which correspond best to observational data. In this model the following initial parameters of generation of flare radio emission were obtained: a jet velocity of $\sim 0.7c$, a magnetic field of 10^{-2} Gs, a density of thermal electrons of $\sim 10^3 \text{ cm}^{-3}$, an initial size of the jet region of 10^{14} cm, a duration of the generation stage of 2.5 days, and a duration of the exponential expansion stage of 4 days. In this model it is possible to model light curves and radio spectra of the flare event.

But one difficulty was not overcome yet – an initial development of the flare. The optical thickness of radio emission of the jet at 1 GHz increases as the flare develops, but does not decrease, as follows from the traditional physical consideration. Probably, such a

Вероятно, такое поведение может быть связано с распространением сильных внутренних ударных волн по струе и с неучтенными потерями энергии релятивистскими электронами на обратное комптоновское рассеяние. Следует учесть и реальную возможность, что при возрастании активности в рентгеновском диапазоне, радиоизлучение затухает, что может быть объяснено усилением поглощения радиоволн от струйного выброса в тепловой оболочке, где растет концентрация тепловых электронов.

Аналогия радиоизлучения квазаров и микроквазаров предполагает, что модели, основанные на конечных струйных сегментах, могут использоваться для объяснения кривых блеска и спектров активных ядер галактик и квазаров.

С.А. Трушкин, Н.Н. Бурсов, Н.А. Нижельский, П.Н. Войцик совместно с М. Цубои (NRO NAOJ, Япония)

ИССЛЕДОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ ОБЗОРА WMAP3

В 2006 г. была опубликована новая версия каталога обзора всего неба WMAP после трех лет накопления данных. Теперь каталог включает 323 источника, т.е. в нем 120 новых источников по сравнению с версией первого года (Trushkin, 2003,

behavior may be related to propagation of strong internal shockwaves along the jet and with an unaccounted energy loss by relativistic electrons for the Compton backscattering. One should take into account also a real possibility that radio emission decreases as X-ray activity increases, which can be explained by intensification of absorption of radio waves from the jet in the thermal envelope where concentration of thermal electrons increases.

The mutual analogy of radio emission of quasars and microquasars assumes that such models based on the model of finite jet segments can be used for explanation of light curves and spectra of active galactic nuclei and quasars.

S.A. Trushkin, N.N. Bursov, N.A. Nizhelsky, P.N. Voitsik, in collaboration with M. Tsuboi (NRO NAOJ, Japan)

INVESTIGATION OF SOURCES FROM THE WMAP3 SURVEY

In 2006 a new version of the all-sky survey catalog WMAP was published after three years of data accumulation. Now the catalog includes 323 sources, i.e. it contains 120 new sources in comparison to the version of the first year (Trushkin, 2003, Bulletin SAO v.55,

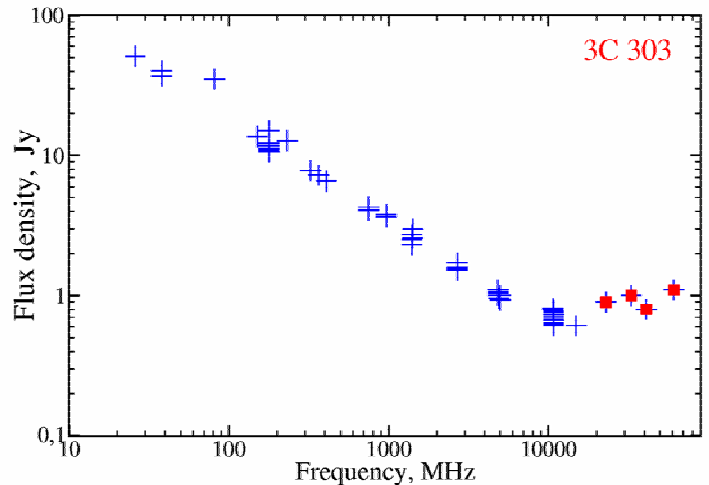
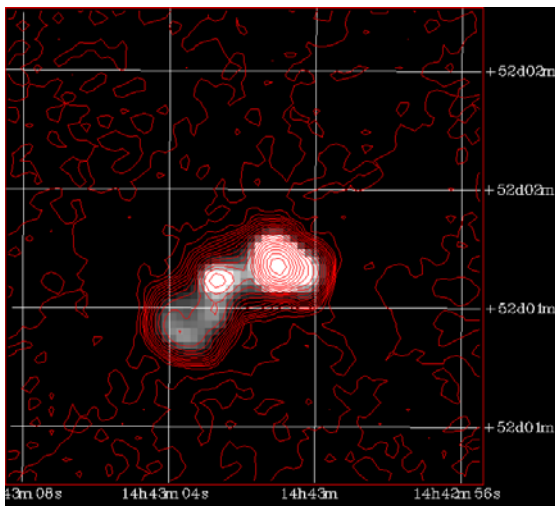


Рис. 60. Радиокарта на частоте 1.4 ГГц из VLA-обзора FIRST квазара WMAP3J1442+52 (3C303) и его спектр по данным базы данных CATS, красными квадратами помечены точки измерений в обзоре WMAP.

Fig. 60. Radio map of the quasar WMAP3J1442+52 (3C303) at the frequency 1.4 GHz from the VLA survey FIRST and its spectrum by data from the CATS database. Red squares denote points of measurements in the WMAP survey.

Bulletin SAO v.55, p.90). Для 110 из них проведено отождествление с радиоисточниками и оптическими объектами других каталогов. Две трети из них являются квазарами, активными галактическими ядрами или лацертидами. Плоские или инвертированные спектры имеют ~50% источников, ~15% – спектры с максимумом на 5-20 ГГц (GPS-

p.90). For 110 of them identification with radio sources and optical objects from other catalogs was carried out. Two thirds of them are quasars, active galactic nuclei or lacertids. Flat or inverse spectra have ~50% of sources, ~15% have spectra with a maximum at 5-20 GHz (GPS sources), ~10% have usual power-law spectra and ~10% shows mixed spectra (like NGC1275). The on-line

sources), ~10% – обычные степенные спектры и ~10% показывают смешанные спектры (как у NGC1275). On-line построение радиоспектров этих источников возможно на сайте БД радиоастрономических каталогов CATS. На рис. 60 в качестве примера приведено VLA-изображение источника 3C303 на частоте 1.4 ГГц (обзор FIRST) и его интегральный спектр по данным, собранным в БД CATS. Следует отметить, что высокочастотные точки измерений WMAP заметно выше значений, экстраполированных из низкочастотных измерений, что указывает на наличие яркой компактной компоненты (компактного джета) в ядре источника.

С.А. Трушкин

construction of radio spectra of these sources can be found at the site of databases of radio astronomical catalogs CATS. Fig. 60 shows as a case in point the VLA image of the source 3C303 at the frequency 1.4 GHz (the survey FIRST) and its integral spectrum by data gathered in the CATS database. It should be noted that high-frequency points of WMAP measurements are distinctly higher than values extrapolated from low-frequency measurements, which indicates the presence of a bright compact component (a compact jet) in the source nucleus.

S.A. Trushkin

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕВЕРНОЙ ПОЛЯРНОЙ ОБЛАСТИ СОЛНЦА НА МИКРОВОЛНАХ

Достигнута предельно возможная чувствительность при измерениях излучения короны Солнца радиоастрономическим методом благодаря наблюдениям полного затмения 29 марта 2006г. с помощью РАТАН-600 вследствие его большой эффективной площади и отсутствия рассеянного фона в диапазоне волн 1 – 30 см (рис. 61, 62).

STUDY OF THE NORTH POLAR REGION OF THE SUN AT MICROWAVES

An extremely high flux sensitivity was achieved when measuring the solar corona radiation in radio astronomy observations of the total eclipse on March 29, 2006 with the radio telescope RATAN-600 due to its large effective surface and absence of scattering background emission within the range from 1 to 30 cm (Figs. 61, 62).

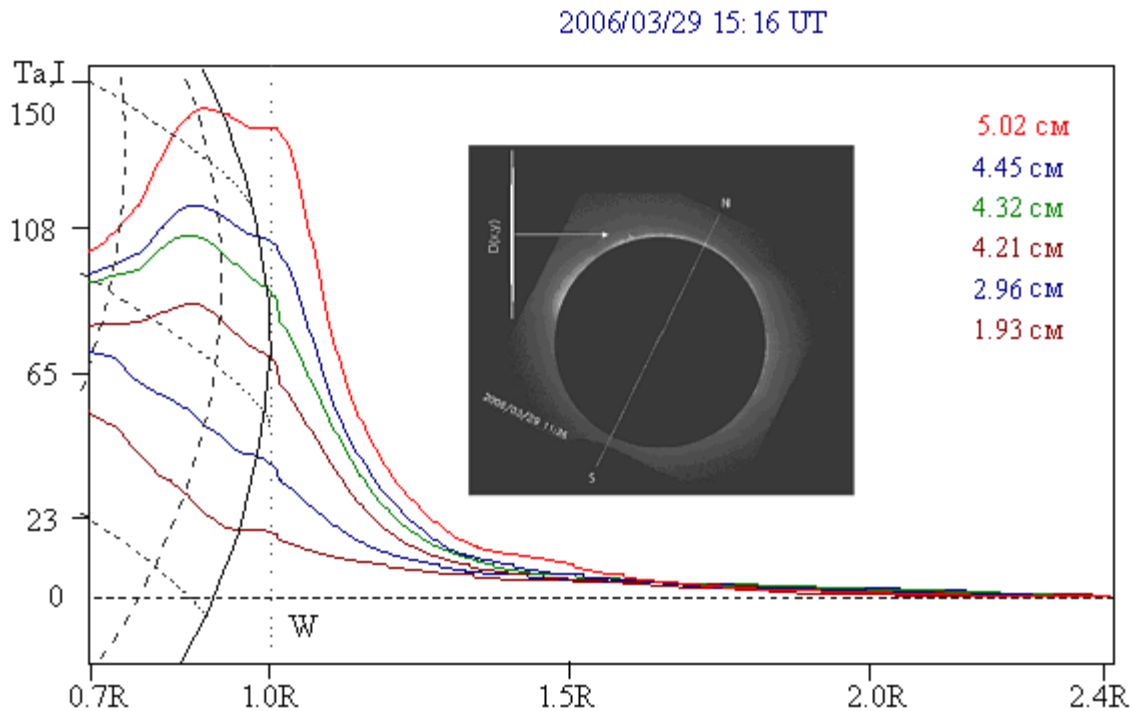


Рис. 61. Радиосканы западного лимба Солнца представлены на нескольких длинах волн см диапазона от 1.93 до 5.02 см. Внутри на малом рисунке показано прохождение диаграммы РАТАН-600 по тонкой полоске (2-3") северной зоны Солнца во время затмения. Удалось определить электронную плотность короны на расстоянии около одного солнечного радиуса.

Fig. 61. Radio scans of the western solar limb are presented at different micro wavelengths from 1.93 to 5.02 cm. The small picture shows the RATAN-600 diagram passage through a thin stripe (2-3") along the polar zone during the maximal phase of the total eclipse. We managed to determine electron density of solar corona at a distance of about the solar radius.

Обнаружено существование мощного радиисточника над Северным полюсом Солнца в области полярной корональной дыры, контраст которого резко растет в сторону коротких волн и доминирует на волнах порядка 2.0 см. Интенсивность этого источника составляет величину около 1-1.5 % от уровня спокойного Солнца. Обнаружена его тонкая пространственная структура с флуктуациями на уровне 0.06%. В излучении полярной корональной дыры обнаружена граница перехода от уярчения к потемнению на длине волны 3.5 см. Эти факты являются определяющими для выбора модели солнечного цикла.

В.М. Богод, Н.Н. Бурсов, В.И. Гараимов,
 О.А. Голубчина, Г.Н. Жеканис, А.Н. Коржавин,
 В.С. Котельников, Н.А. Нижельский, А.А. Перваков,
 П.Г. Цыбулев

A powerful source was detected above the North pole of the Sun inside the polar coronal hole. The flux spectrum of the source increased to shorter waves and dominated at wave lengths of about 2 cm. The intensity of the source is about 1-1.5 % relatively the quiet Sun level. There is a small scale structure of the source with fluctuations about 0.06%. A boundary between brightening and darkening was discovered in the coronal hole emission at the wavelength 3.5 cm. These facts are determining when choosing a model of the solar cycle.

V.M. Bogod, N.N. Bursov, V.I. Garaimov,
 O.A. Golubchina, G.N. Zhekanis, A.N. Korzhavin,
 A.N. Kotel'nikov, N.A. Nizhel'skiy, A.A. Pervakov,
 P.A. Tsybulev

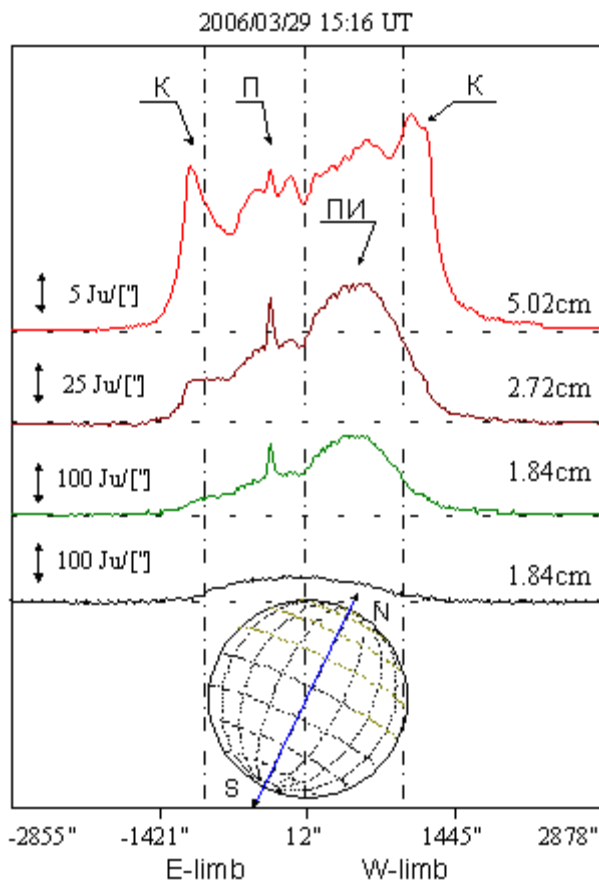


Рис. 62. Полные сканы потока радиоизлучения северной полоски Солнца на волнах 5.02, 2.72 и 1.84 см, сделанные во время максимальной фазы полного солнечного затмения на РАТАН-600. На нижней кривой представлен скан радиоизлучения Луны на волне 1.84 см. На всех волнах проведено вычитание потока Луны. Масштабы приведены слева вертикальными отрезками в единицах $Jy/["]$. Видно значительное различие формы сканов по диапазону. На 5.02 см заметно выделяется излучение короны вне оптического диска, которое, практически, исчезает на 1.84 см. Широкомасштабное понижение излучения в центре диска на волне 5.02 см связано с полярной корональной дырой. Узкий радиисточник на всех волнах связан с высокоширотным протуберанцем. В западной части диска выделяется радиисточник, контраст которого растет в сторону коротких волн. Учет позиционного угла Солнца указывает на его расположение над солнечным северным полюсом.

Fig. 62. Full radio-flux scans of a northern thin strip of the Sun at micro wavelengths of 5.02, 2.72 and 1.84 cm, which were made during maximum phase of the total eclipse at RATAN-600. The low curve is the radio emission scan of the Moon at 1.84 cm. At all wavelengths the emission of the Moon was subtracted. Vertical scales in flux units $Jy/["]$ are given. One can see a remarkable difference of scan forms with wavelength. At the wavelength 5.02 cm the coronal emission out of the optical solar disc is distinctly distinguished, but it practically disappears at the wavelength 1.84 cm. The large-scale decrease of radio emission in the middle of the disc at the wavelength 5.02 cm is connected with the polar coronal hole. A narrow source at all wavelengths is related to a high-altitude prominence. In the west side of the disc a radio source is distinguished. Its contrast increases to shorter wavelengths. With allowance made for the position angle of the Sun, it is located above the solar north pole.