

РАДИОАСТРОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

RADIO ASTRONOMICAL RESEARCH

РЕГИСТРАЦИЯ УНИКАЛЬНО ЯРКОЙ РАДИОВСПЫШКИ В РЕНТГЕНОВСКОЙ ДВОЙНОЙ ЗВЕЗДЕ С ЧЕРНОЙ ДЫРОЙ

DETECTION OF A UNIQUE BRIGHT RADIO BURST IN AN X-RAY BINARY STAR WITH A BLACK HOLE

На РАТАН-600 в диапазоне от 2.3 до 22 ГГц была исследована оптическая новая и рентгеновская двойная V 404 Cyg, состоящая из черной дыры с массой $10M_{\odot}$ и K0-субгиганта с массой $0.6M_{\odot}$, который заполняет свою полость Роша. С 18 июня по 12 июля 2015 г. радиоспектр V 404 Cyg кардинально менялся вместе с измерениями потока в диапазоне 15–300 кэВ (Swift/BAT и Интеграл). 26 июня спустя два часа после рентгеновского всплеска 50 крабов радиопоток вырос в 40 раз до 4 Дж за сутки (см. рис. 35). Сделан вывод, что зарегистрировано самое начало формирования релятивистского струйного выброса вещества из полюсов аккреционного диска во время близкой к критической аккреции вещества на черную дыру.

The optical nova and X-ray binary V 404 Cyg consisting of a black hole of a mass of $10M_{\odot}$ and a K0 subgiant of a mass of $0.6M_{\odot}$ filling its Roche lobe was studied in the range from 2.3 to 22 GHz of RATAN-600. From June 18 to July 12, 2015, the radio spectrum of V 404 Cyg had been changing radically with flux in the range 15–300 keV (Swift/BAT and Integral). On June 26, two hours after the X-ray burst of 50 Crabs (1 Crab = $0.220\text{ct}/\text{cm}^2/\text{sec}$), the radio flux increased 40 times up to 4 Jy during a day (see Fig. 35). It was concluded that we detected the very beginning of formation of a relativistic jet from poles of the accreting disk during almost-critical accretion of matter onto the black hole.

С.А. Трушкин, Н.А. Нижельский, П.Г. Цыбулев. ATel, 7667 (2015); ATel, 7716 (2015); ATel, 8454 (2015).

S.A. Trushkin, N.A. Nizhelsky, P.G. Tsybulev. ATel, 7667 (2015); ATel, 7716 (2015); ATel, 8454 (2015).

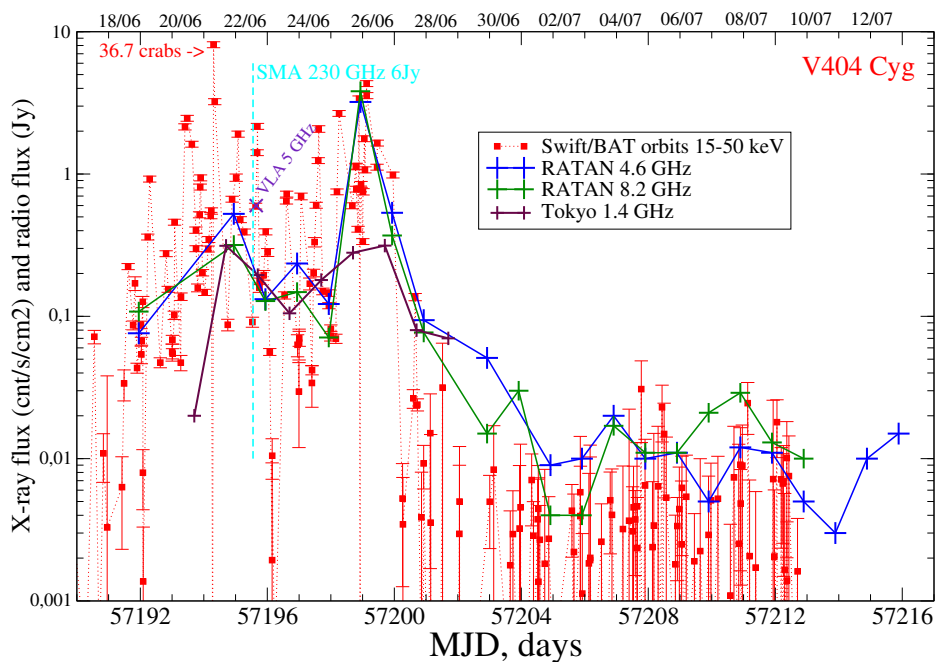


Рис. 35: Мониторинг V 404 Cyg в радио- и рентгеновском диапазонах.

Fig. 35: X-ray and radio monitoring of V 404 Cyg.

ОБНАРУЖЕНИЕ РАДИОТРАНЗИЕНТОВ И ПЕРЕМЕННЫХ РАДИОИСТОЧНИКОВ ПО АРХИВНЫМ ДАННЫМ ОБЗОРОВ «ХОЛОД»

При анализе данных 4 сетов наблюдений 1980–1994 гг. обзора «Холод» на РАТАН–600 обнаружены 73 источника ($S_{lim} > 20$ мЯн) со значительными вариациями спектральной плотности потока, которые в соответствии с различными статистическими критериями являются переменными, причем у 52 переменности обнаружена впервые. Обнаружены 3 кандидата в радиотранзиенты и еще 22 радиоисточника (4%), ранее не отмеченные в каталоге RCR. Сделан вывод о возможности использования наблюдений, проводимых на РАТАН–600 в режиме обзоров, для поиска слабых переменных источников и транзиентов, а также, при условии использования одновременных многочастотных данных, их более детального исследования.

О.П. Желенкова, Е.К. Майорова, А.В. Темирова. Ast.Bull., 70 (1), 33 (2015).

РАДИОИЗЛУЧЕНИЕ РАННЕЙ ВСЕЛЕННОЙ

Проведено исследование радиогалактики из списка далеких объектов программы «Большое Трио» — RC J0105+0501, типа FR II с $z = 3.138$, отождествленной со слабой галактикой $Rc = 22^m8$, которая на 1^m5 ярче в V-фильтре и более протяженная по размерам, чем в B-фильтре, что связано с $Ly\alpha$ -эмиссией. Родительская галактика имеет сложную структуру, меняющуюся от фильтра к фильтру, состоит из клочковатых NE и SW компонент с расстоянием $\sim 1''3$ (~ 10 кпк). Это можно отнести к проявлению большого мерджинга или к паре близких галактик, что возможно подтвердить только при глубоких спектральных исследованиях.

Выполнена оценка плотностей потоков источников. Для источников с положительным индексом переменности построены кривые блеска и спектры, проведено их оптическое отождествление.

В результате теоретических исследований спектрально-пространственных искажений, формирующихся на дорекомбинационной стадии эволюции Вселенной, показано, что они могут иметь двойную природу: а) по типу обычных первичных флуктуаций, образуемых в данном случае при рассеянии не на свободных электронах, а в линиях водорода, б) за счет абсорбции в линиях водорода в направлении на яркие пятна на карте космического микроволнового фона (cosmic microwave background — CMB), аналогично лайман-альфа лесу в спектрах квазаров. Рассмотрено рассеяние в бальмеровских линиях водорода и в лаймановских линиях водорода и гелия. С использованием разработанного нового программного обеспечения для анализа площадок на картах космической обсерватории Planck проведено отождествление радиоисточников разных популяций со слабыми объ-

DETECTION OF RADIO TRANSIENTS AND VARIABLE RADIO SOURCES FROM ARCHIVE DATA OF THE “COLD” SURVEYS

When analyzing data of 4 observational sets (1980–1994) of the “COLD” surveys at RATAN–600, we detected 73 sources ($S_{lim} > 20$ mJy) with considerable variations of spectral flux density which are variable according to different statistical criteria, variability of 52 sources being detected for the first time. Three radio transients candidates and 22 radio sources (4%) were not included previously to the RCR catalog. It was concluded that it is possible to use observations carried out in the RATAN–600 survey mode to search for faint variable sources and transients and to study them in greater detail if using simultaneous multifrequency data.

O.P. Zhelenkova, E.K. Mayorova, A.V. Temirova. Ast.Bull., 70 (1), 33 (2015).

RADIO EMISSION OF THE EARLY UNIVERSE

We studied a type FR II radio galaxy RC J0105+0501 with $z = 3.138$ from the list of distant objects of the program “Big Trio”. It was identified with a faint galaxy of $Rc = 22^m8$, which is 1^m5 brighter in the V filter and more extended than in the B filter, what is related with $Ly\alpha$ emission. The host galaxy structure is complex, it changes from a filter to another one, consists of ragged NE and SW components with a distance of $\sim 1''3$ (~ 10 kpc) between them. It may be explained by a large merging or by a pair of close galaxies, which could be confirmed only by deep spectral research.

Flux densities of the sources were estimated. For sources with a positive variability index the light curve and spectra were constructed, their optical identification was made.

After theoretical study of spectral-spatial distortions formed at the pre-recombination stage of the Universe evolution, it was shown that their nature can be of two kinds: a) that of type of primary fluctuations generated, in this case, by scattering not on free electrons, but in the hydrogen lines; b) due to absorption in the hydrogen lines in a direction of bright spots on the cosmic microwave background (CMB) maps similarly to the Lyman-alpha forest in spectra of quasars. The scattering in the hydrogen Balmer lines and hydrogen and helium Lyman lines was considered. Using a new software for analysis of areas on maps of the Planck space observatory, the identification of radio sources of different populations with faint objects of the microwave range was carried out. The Planck map signal in the direction to giant radio galaxies (GRGs) was compared with data on other populations of radio galaxies and elliptic galaxies

ектами микроволнового диапазона. Был исследован сигнал на картах Planck в направлении на гигантские радиогалактики (ГРГ) с данными по другим популяциям радиогалактик и эллиптических галактик в этом частотном диапазоне. Исследованы топологические свойства окрестности среднего объекта популяции, а именно, наличие максимумов и минимумов в средней площадке. Обнаружено отличие сигнала в окрестности ГРГ от отклика карты около других типов объектов. Сигнал в области ГРГ является плоским в миллиметровом диапазоне, а в субмиллиметровом диапазоне он не наблюдается на значимом уровне.

О.В. Верходанов, Е.К. Майорова, О.П. Желенкова, Д.И. Соловьев, Ю.Н. Парижский, М.Л. Хабибуллина. Ast.Bull., 70 (2), 156 (2015).

НАБЛЮДАЕМАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ РАДИО И ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ БЛАЗАРОВ ПО ОДНОВРЕМЕННЫМ ДАННЫМ ТЕЛЕСКОПОВ RATAN-600 И FERMI-LAT

С использованием данных RATAN-600 и первого каталога Fermi (1FGL), полученных квазисовременно, исследовалась наблюдаемая корреляция излучения в гамма- и радиодиапазонах для выборки 123 блазаров (56 — FSRQ, flat spectrum radio quasars; 53 — объекты типа BL Lac). Корреляция изучалась между потоками в пяти радио- и пяти гамма-диапазонах. Значительная корреляция радиоизлучения обнаружена на частотах 2.3–4.8 ГГц с излучением в диапазоне 0.1–1 ГэВ для блазаров типа BL Lac, в то время как для блазаров типа FSRQ коэффициент корреляции излучения в радиодиапазоне и большинстве гамма-диапазонов составил ~ 0.2 – 0.3 (99% значимость, непараметрический тест Кендалла).

Коэффициент корреляции оказался чувствительным к рассматриваемой частоте в полосе гамма-излучения, становясь меньше при рассмотрении потоков в полосе высоких энергий для обоих типов блазаров. Обнаружена сильная корреляция светимостей в гамма- и радиодиапазонах (коэффициент корреляции Спирмана $\rho = 0.88$, уровень значимости 99%). Полученные результаты подтверждают выводы о взаимосвязи излучений в гамма- и радиодиапазонах блазаров.

М.Г. Мингалиев, Ю.В. Сотникова, Т.В. Муфакхаров, Я.В. Найден, Р.Ю. Удовитский, П.Г. Цыбулев, А.К. Эркенов. MNRAS, 450, 2658 (2015).

in this frequency range. Topological properties of vicinity of an average object of the population were studied, namely, presence of maxima and minima in an average area. It was detected that a signal in GRG vicinity differs from a map response near objects of other types. The signal in GRG region is flat in the millimeter range, whereas in the submillimeter range it is not observable at a significant level.

O.V. Verkhodanov, E.K. Mayorova, O.P. Zhe-lenkova, D.I. Soloviev, Yu.N. Parijskij, M.L. Khabibullina. Ast.Bull., 70 (2), 156 (2015).

THE OBSERVED CORRELATION BETWEEN RADIO AND GAMMA-RAY EMISSIONS OF BLAZARS BY SIMULTANEOUS DATA FROM THE TELESCOPES RATAN-600 AND FERMI-LAT

Using data from RATAN-600 and the first Fermi catalog (1FGL) obtained quasi-simultaneously, we studied the observed correlation between gamma-ray and radio emissions for a sample of 123 blazars (56 flat-spectrum radio quasars, FSRQs; 53 type BL Lac objects). The correlation between fluxes in five radio and five gamma-ray ranges was studied. For type BL Lac blazars a considerable correlation was detected between radio emission at frequencies of 2.3–4.8 GHz and emission in the range 0.1–1 GeV, whereas for type FSRQ blazars the coefficient of correlation between emissions in radio and most gamma-ray ranges was ~ 0.2 – 0.3 (99% significance, the nonparametric Kendall test).

The correlation coefficient turned out to be sensitive to frequency in the gamma-ray band, being lower at the high-energy band for both blazar types. A strong correlation was detected between luminosities in gamma-ray and radio ranges (the Spearman rank correlation coefficient $\rho = 0.88$, 99% significance level). The obtained results confirm conclusions about relation of gamma-ray and radio emissions of blazars.

M.G. Mingaliev, Yu.V. Sotnikova, T.V. Mufakharov, Ya.V. Naiden, R.Yu. Udovitsky, P.G. Tsybulev, A.K. Erkenov. MNRAS, 450, 2658 (2015).

ИССЛЕДОВАНИЕ СИНХРОТРОННОЙ КОМПОНЕНТЫ В СПЕКТРАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЭНЕРГИИ БЛАЗАРОВ

Для выборки 877 блазаров, систематически наблюдавшихся на РАТАН–600, проведен анализ частоты максимума синхротронной компоненты ν_{peak}^S по кривым спектрального распределения энергии (SED). Значения ν_{peak}^S определены для 875 объектов. Статистические тесты (Колмогорова–Смирнова) на принадлежность выборок блазаров FSRQ и BL Lac одному закону распределения показали, что величины ν_{peak}^S и спектральная плотность потока, полученная на частоте 4.8 ГГц ($S_{4.8\text{ ГГц}}$), образуют разные распределения. Для двух типов объектов RBL и XBL распределения величин ν_{peak}^S и $S_{4.8\text{ ГГц}}$ также образуют разные распределения (по уровню значимости 0.05). Среднее значение ν_{peak} для RBL составляет $\log \nu_{peak}^S = 13.9(0.9)$, для XBL — $15.9(1.3)$. В выборке выявлены кандидаты в VLSP — «very low synchrotron peak» — блазары ($\nu_{peak}^S < 10^{13}$ ГГц). В основном это FSRQ блазары (41% от общего числа выборки) и только 9% — BL Lac.

Проведена оценка величины ν_{peak}^S для шести блазаров — кандидатов в сильно низкочастотные блазары VLSP, отобранным по литературным данным. Квазисовременные наблюдения на телескопах Цейсс–1000 и РАТАН–600 позволили построить спектральное распределение энергии для них и оценить положение частоты максимума синхротронной компоненты. В результате для трех источников (PKS0446+11, [HB89] 1308+326 и 3C345) подтвердилась их классификация как VLSP.

М.Г. Мингалиев, Ю.В. Сотникова, Т.В. Муфакхаров, Д.В. Кратов, П.Г. Жеканис. Ast.Bull., 70 (3), 264 (2015); Ast.Bull., 70 (3), 273 (2015).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕМЕННОГО РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ АКТИВНЫХ ЗВЕЗД МЛЕЧНОГО ПУТИ В МНОГОЧАСТОТНЫХ НАБЛЮДЕНИЯХ

В 2014–2015 гг. во время мониторинга на РАТАН–600 была зарегистрирована необычно высокая вспышечная активность квазара J2015+37 (рис. 36), расположенного над плоскостью Галактики. При этом произошла серия ярких вспышек длительностью от нескольких дней до месяца, особенно заметных на высоких частотах. Причиной такой активности является нестационарная аккреция вещества на черную дыру (ЧД), следовательно, все временные интервалы в объекте масштабируются на массу центральной ЧД. Тогда обнаруженная переменность квазара с массой ЧД порядка 100 миллионов масс Солнца сравнима с переменностью радиоизлучения микроквазара с массой ЧД 10 масс солнца на интервале менее 1 с.

STUDY OF THE SYNCHROTRON COMPONENT IN SPECTRAL ENERGY DISTRIBUTION OF BLAZARS

For a sample of 877 blazars systematically observed with RATAN–600 the frequency of synchrotron component maximum ν_{peak}^S was analyzed from spectral energy distribution (SED) curves. The value of ν_{peak}^S was determined for 875 objects. The Kolmogorov–Smirnov statistical tests were applied to see if the samples of FSRQs and BL Lac blazars have identical distribution laws. They showed that the values ν_{peak}^S and spectral flux density obtained at a frequency of 4.8 GHz ($S_{4.8\text{ GHz}}$) form different distributions. For two object types, RBL and XBL, the distributions of ν_{peak}^S and $S_{4.8\text{ GHz}}$ are different (at a significance level of 0.05) also. The average value of ν_{peak} for RBLs is $\log \nu_{peak}^S = 13.9(0.9)$, for XBLs — $15.9(1.3)$. In the sample we detected candidates for VLSP (very low synchrotron peak) blazars with $\nu_{peak}^S < 10^{13}$ Hz. These are predominantly the FSRQ blazars (41% of the total amount of the sample) and only 9% are BL Lac.

The value ν_{peak}^S was estimated for six VLSP blazar candidates selected from literature data. Quasi-simultaneous observations with the Zeiss-1000 and RATAN–600 telescopes allowed us to construct their SEDs and to estimate the frequency of synchrotron component maximum. As the result, the classification of three sources (PKS0446+11, [HB89] 1308+326 and 3C345) as VLSP was confirmed.

M.G. Mingaliyev, Yu.V. Sotnikova, T.V. Mufakharov, D.V. Kratov, P.G. Zhekanis. Ast.Bull., 70 (3), 264 (2015); Ast.Bull., 70 (3), 273 (2015).

A STUDY OF VARIABLE RADIO EMISSION FROM ACTIVE STARS OF THE MILKY WAY IN MULTIFREQUENCY OBSERVATIONS

In 2014–2015, during the RATAN–600 monitoring we detected an unusually high flash activity of the quasar J2015+37 (Fig. 36) located above the Galaxy plane. A series of bright flashes of duration from several days to a month occurred, which was especially noticeable at high frequencies. Such an activity is caused by nonstationary accretion of matter onto a black hole (BH), consequently, all time intervals in the object are scaled by mass of the central BH. Then the detected variability of the quasar with the BH mass of order of 100 million solar masses is comparable with radio emission variability of a microquasar with the BH mass of 10 solar masses on the interval less than 1 s.

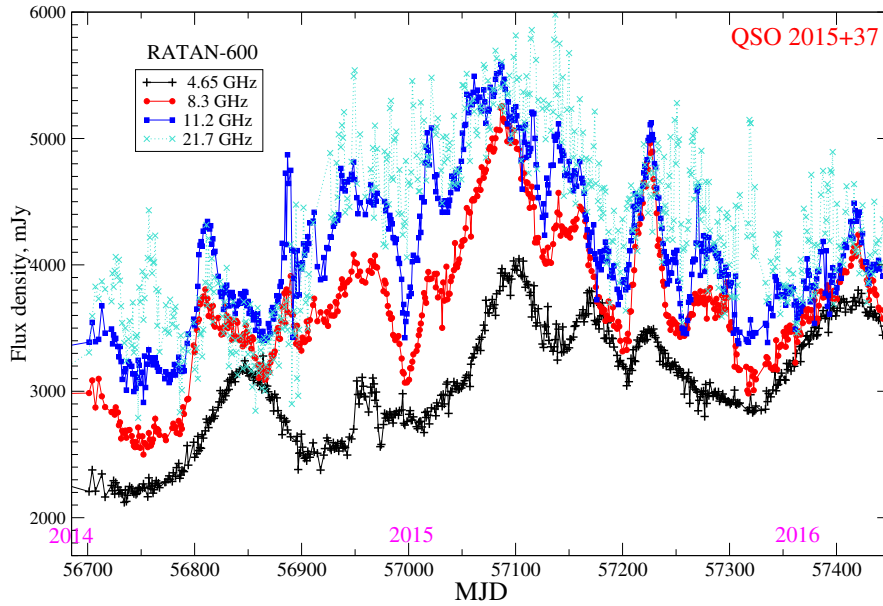


Рис. 36: Вспышка квазара J2015+37.

Fig. 36: Quasar J2015+37 flash.

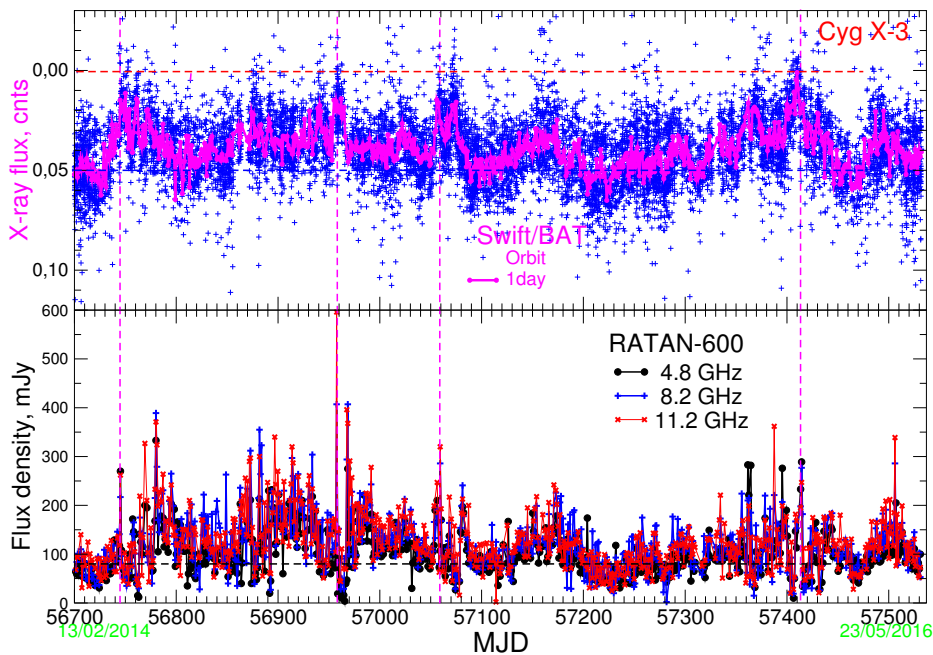


Рис. 37: Мониторинг микроквазара Cyg X-3 в радио- и рентгеновском диапазонах.

Fig. 37: X-ray and radio monitoring of the microquasar Cyg X-3.

Продолжен мониторинг микроквазара LSI+61d303 на РАТАН-600 с целью проследить изменения спектральных и временных характеристик периодических (26.5 дней) радиовспышек по сверх-орбитальному периоду (4.6 года). Построены средние кривые блеска на двух частотах на основе данных по 25 орбитальным периодам (см. отчет CAO PAH за 2014 г., рис. 48).

Общий объем данных ежедневного мониторинга микроквазара Cyg X-3 составляет более трех лет. В этом источнике уже несколько лет не происходили яркие вспышки, так как система находилась в высоком

The monitoring of the microquasar LSI+61d303 was continued with the purpose of tracing changes in spectral and time characteristics of periodic (26.5 days) radio flashes with a super-orbital period (4.6 years). On the basis of data on 25 orbital periods the average light curves were constructed on two frequencies (see Fig. 48 in SAO Report 2014).

Total duration of the daily monitoring of the microquasar Cyg X-3 is more than three years. There were no bright flashes in this source during several years already because the system was in a high soft X-ray state

мягком рентгеновском состоянии (см. рис. 37). Радиопотоки варьировались вблизи спокойного уровня: 50–200 мЯн, и удалось однозначно показать, что усредненные на интервале 10 дней радиопотоки (струи) антикоррелируют со средними рентгеновскими потоками (диск) в диапазоне 15–50 кэВ (Swift/BAT) с коэффициентом корреляции выше 0.9. Это однозначно подтверждает причинно-следственную связь физических процессов в аккреционном диске и в струйных выбросах.

С.А. Трушкин, Н.А. Нижельский, П.Г. Цыбулев, Н.Н. Бурсов, Г.В. Жеканис. ATeL, 6786 (2014).

МНОГОАЗИМУТАЛЬНЫЕ РАДИОНАБЛЮДЕНИЯ АКТИВНОЙ СТРУКТУРЫ СОЛНЕЧНОЙ АТМОСФЕРЫ В ПЕРИОД 24 МАКСИМУМА

На основе анализа многоволновой базы данных http://91.151.190.98/cgi-bin/ion-p?page=rat_search.ion радиоастрономических наблюдений солнечной активности в диапазоне 3–18 ГГц в течение 24 цикла предложен и испытан новый критерий прогноза солнечной активности. На сайте диагностика вспышек осуществляется по модифицированному критерию Танаки–Еноме: если поток излучения активной области на частоте 10 ГГц превышает поток на частоте 3 ГГц, то это указывает на переход активной области в нестабильное состояние, которое в дальнейшем может развиться во вспышечное состояние. В новом разработанном критерии уровень активности вспышечной области оценивается посредством сравнения ее спектра с нормализованным спектром стабильной активной области. Новый критерий удовлетворительно работает для протонных событий и мощных вспышек с рентгеновскими классами X, M (и C большого уровня). Устойчивость этого критерия основана на применении большого количества одновременно используемых в наблюдении радиоволн.

В.М. Богод, Т.И. Кальтман, Е.А. Курочкин, С.Х. Тохчукова, А.А. Шендрик. Solar Physics, 290, 7 (2015); Cosmic Research, 53 (1), 10 (2015).

ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЛНЕЧНОГО ЦИКЛОТРОННОГО ИСТОЧНИКА

Разработан метод диагностического моделирования, который позволяет построить адекватную модель изменения электронной температуры и плотности с высотой для наблюдаемого солнечного микроволнового источника с преобладающим циклотронным излучением (см. рис. 38). В методе на основе экстраполированного магнитного поля проводятся расчеты теплового тормозного и магнитотормозного микроволнового излучения источника. Через последовательные итерации подбираются такие значе-

(see Fig. 37). Radio fluxes have been varying near a quiet level of 50–200 mJy, and we managed to show unambiguously that the radio fluxes (jets) averaged on an interval of 10 days are in anticorrelation with average X-ray fluxes (the disk) in a range of 15–50 keV (Swift/BAT) with a correlation coefficient higher than 0.9. This definitely confirms the cause-and-effect relation between physical processes in the accretion disk and jets.

S.A. Trushkin, N.A. Nizhelsky, P.G. Tsybulev, N.N. Bursov, U.V. Zhekanis. ATeL, 6786 (2014).

MULTI-AZIMUTHAL RADIO OBSERVATIONS OF AN ACTIVE STRUCTURE IN SOLAR ATMOSPHERE IN THE PERIOD OF THE 24TH MAXIMUM

After analysis of the multi-frequency database of radio astronomical observations of solar activity in a range of 3–18 GHz during the 24th cycle, http://91.151.190.98/cgi-bin/ion-p?page=rat_search.ion, a new criterion for forecasting the solar activity was suggested and tested. In the web-site, the diagnostics of flares is made by the modified Tanaka–Enome criterion: if radiation flux from an active region at a frequency of 10 GHz exceeds flux at a frequency of 3 GHz, this is indicative of a transition of the active region into an instable state, which can develop in a flare state in future. In the new elaborated criterion, the activity level of a flaring region is estimated by comparison of its spectrum with a normalized spectrum of a stable active region. The new criterion operates satisfactory for proton events and powerful flares with the X-ray classes X, M (and high-level C). The criterion robustness is based on application of a big amount of simultaneous observational radio waves.

V.M. Bogod, T.I. Kaltman, E.A. Kurochkin, S.A. Tokhchukova, A.A. Shendrik. Solar Physics, 290, 7 (2015); Cosmic Research, 53 (1), 10 (2015).

DIAGNOSTIC MODELING OF A SOLAR CYCLOTRON SOURCE

A method of diagnostic modeling was developed which allows constructing an adequate model of the change of electron temperature and density with height for an observed solar microwave source with prevailing cyclotron emission (see Fig. 38). In the method the thermal deceleration and gyrosynchrotron microwave emission of a source is calculated on the basis of extrapolated magnetic field. In successive iterations the values of electron temperature and electron density in the solar atmosphere at heights corresponding to gyroresonance levels of emis-

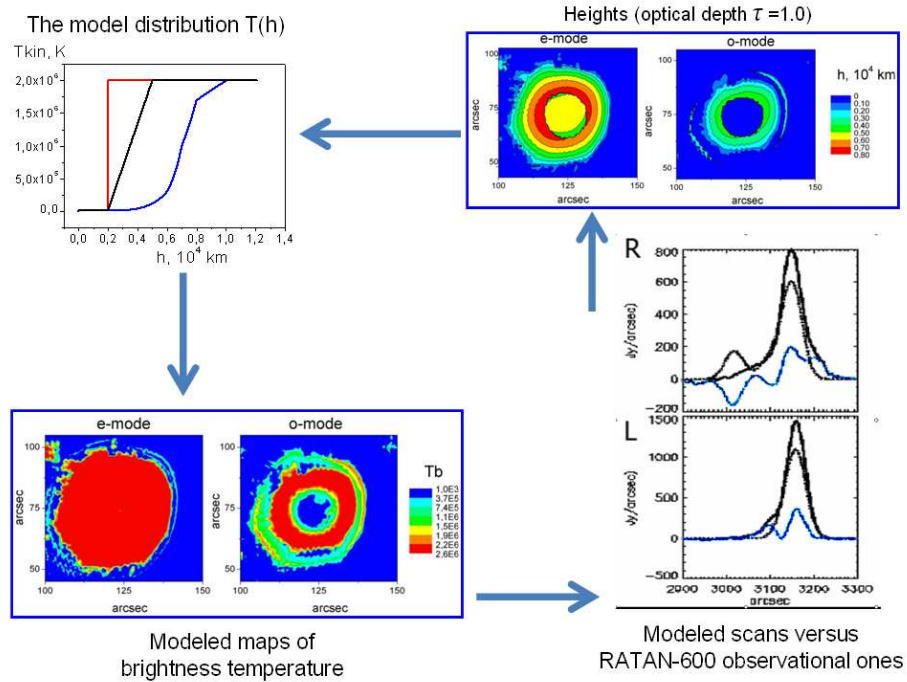


Рис. 38: Алгоритм метода диагностического моделирования
Fig. 38: Diagnostic modeling algorithm

ния электронной температуры и плотности электронов в солнечной атмосфере на высотах, соответствующих гирорезонансным уровням излучения, чтобы рассчитанная интенсивность излучения соответствовала данным наблюдений РАТАН-600 на нескольких десятках частот одновременно. Этот метод диагностического моделирования был успешно апробован на примере пятна с большой площадью из области АО 12209. Совместные наблюдения на РАТАН-600 и радиотелескопе NRAO VLA позволили получить более подробное представление о структуре этой активной области, характеристиках ее малых (пятенных) и больших (флоккульных) компонент разной физической природы и механизмов излучения, а также о динамике изменения этих характеристик.

По спектрально-поляризационным наблюдениям на РАТАН-600 в микроволновом диапазоне длин волн обнаружено понижение радиояркости в о-моде циклотронного излучения над крупными пятнами, которое составляет около 1000–4000 К и является слабоконтрастным эффектом, наблюдаемым на фоне яркого излучения в е-моде ($\sim 0.2\%$ от 2 МК). Эффект наиболее часто проявляется в ограниченном диапазоне длин волн 1.65–2.3 см. Помимо наблюдаемого пониженного значения радиояркости, как показали модельные расчеты и сопоставления со снимками групп пятен в линии He I 10830 Å, эта область характеризуется «разреженностью» корональной плазмы, плотность которой существенно понижена (в 2 раза) и ее свойства близки к корональным дырам. Такая аналогия позволяет предполагать, что эта область пониженной яркости образуется в результате истечения

ion are fitted so that the calculated emission intensity would correspond to data of RATAN-600 observations at several tens of frequencies simultaneously. This method of diagnostic modeling was successfully tested by the example of a spot of large area from the region AO 12209. Simultaneous observations with RATAN-600 and the NRAO VLA radio telescope allowed us obtaining a more detailed idea about structure of this active region, characteristics of its small (spot) and large (focule) components of different physical nature and mechanisms of emission, and of the dynamics of alterations of these characteristics.

From RATAN-600 spectral-polarization observations in the microwave wavelength range we detected a radio brightness fall of about 1000–4000 K in the o-mode of cyclotron emission over large spots. This fall is a low-contrast effect observed against the background of bright emission in the e-mode ($\sim 0.2\%$ from 2 MK). This effect appears most often in a limited wavelength range of 1.65–2.3 cm. As was shown by model calculations and comparison with images of spot groups in the line He I 10830 Å, beside the observed reduced radio brightness this area is characterized by “rarefaction” of corona plasma, whose density is considerably (twice) lowered, and its properties are close to those of coronal holes. Such an analogy allows us supposing that this area of lowered brightness results from plasma outflow and it can participate in formation of solar wind. On the other side, independent measurements of cyclotron emission polarization spectra

плазмы и может участвовать в формировании потоков солнечного ветра. С другой стороны, независимые измерения спектров поляризации циклотронного излучения для о- и е- мод позволяют получить новую информацию о структуре магнитного поля в глубине пятна.

В.М. Богод, Т.И. Кальтман, С.Х. Тохчукова, Н.Г. Петерова и др.. NOAA 11734 Geomagnetism and Aeronomy, 55 (8), 1124 (2015); Sol. Phys., 290(1), 21 (2015); Cosm. Res., 53 (1), 10 (2015).

НАБЛЮДЕНИЕ АКТИВНОЙ ОБЛАСТИ NOAA 12303

Получены предварительные результаты наблюдений активной области NOAA 12303, выполненных во время частного солнечного затмения 20 марта 2015 г. с использованием полноповоротных радиотелескопов РТ-32 сети «Квазар-КВО» из географически разнесенных пунктов — обсерватории «Светлое» вблизи Санкт-Петербурга и «Зеленчукская» на Северном Кавказе (рис. 39). Такое географическое расположение сделало возможным реализацию наилучшего метода радиоастрономических наблюдений солнечных затмений, позволяющего достичь максимально возможных значений эффективной разрешающей способности, близких к дифракционному пределу ($1''-3''$). Благодаря этому с высокой точностью определены размеры и координаты источника циклотронного μ -излучения (ИЦМИ), расположенного над пятном активной области 12303, а также выявлена тонкая структура его изображения. Путем сопоставления с результатами наблюдений предыдущего затмения 04.01.2011 г. (тоже на РТ-32) показано, что характерные особенности структуры изображения ИЦМИ (эффект Гельфрейха-Лубышева) отмечаются независимо от мощности источника излучения, т.е. даже для пятен малой площади.

В.М. Богод, А.Н. Коржавин, Н.Г. Петерова, и др. Труды конф. ГАО, 313 (2015).

for o- and e- modes permit to obtain new information on structure of magnetic field deep in the spot.

V.M. Bogod, T.I. Kaltman, S.Kh. Tokhchukova, N.G. Peterova et al.. NOAA 11734 Geomagnetism and Aeronomy, 55 (8), 1124 (2015); Sol. Phys., 290(1), 21 (2015); Cosm. Res., 53 (1), 10 (2015).

OBSERVATIONS OF THE ACTIVE REGION NOAA 12303

We obtained preliminary results of observations of the active region NOAA 12303 carried out during the partial solar eclipse on March 20, 2015 with RT-32 radio telescopes with full-sky coverage of the network “Quasar-KVO” from two geographically separated points — the “Svetloe” observatory near St. Petersburg and “Zelenchukskaya” in the Northern Caucasus (Fig. 39). Such a geographic location made it possible to implement the best method of radio astronomical observations of solar eclipse permitting to achieve the maximum possible effective resolution close to the diffraction limit ($1''-3''$). In this way, we determined size and coordinates of a cyclotron μ -emission source (CMES) located over a spot of the active region 12303 and revealed fine structure of its image. By comparison with results of observations of the previous eclipse on 04.01.2011 (also RT-32) it was shown that characteristic features of CMES image structure (Gelfreikh-Lubyshev effect) are noticeable independently from power of an emission source, i.e. even for spots of small area.

V.M. Bogod, A.N. Korzhavin, N.G. Peterova et al. Proceedings of CAO conf., 313 (2015).

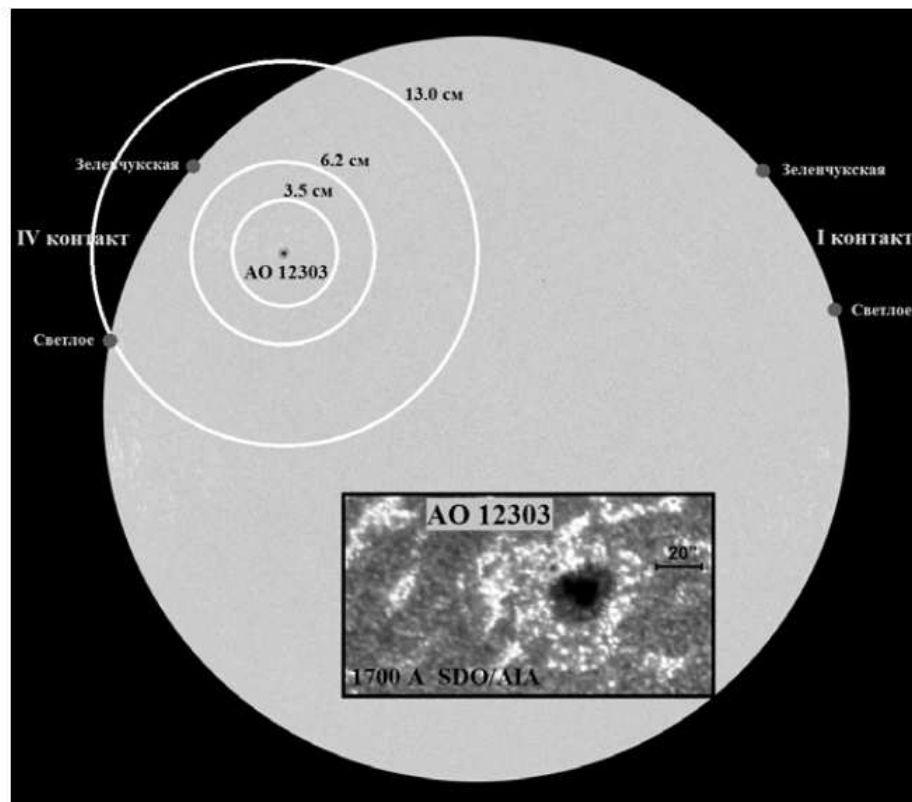


Рис. 39: Фотогелиограмма Солнца на день затмения 03.2015 г. Отмечены участки солнечного лимба в областях I и IV контактов с лимбом Луны для обстоятельств затмения при наблюдениях в obs. «Светлое» и «Зеленчукская». В виде окружностей диаметром 4'5, 8'0 и 16'8 показаны размеры ДНА РТ-32 на волнах 3.5 см, 6.2 см и 13 см. На вставке изображение АО 12303 в линии 1700Å (SDO/AIA).

Fig. 39: Photoheliogram of the Sun on the eclipse day March 02, 2015. The solar limb areas are marked in regions of contacts I and IV with the limb of the Moon for eclipse circumstances during observations in “Svetloe” and “Zelenchukskaya” observatories. Circles of diameter of 4'5, 8'0 and 16'8 show the size of RT-32 directional diagram at wavelengths of 3.5 cm, 6.2 cm and 13 cm. The inset shows AO 12303 in the line 1700Å (SDO/AIA).