

Построение и обработка радиокарт северного неба по наблюдениям в континууме на радиотелескопе УТР-2

Н. М. Василенко, Д. В. Муха, М. А. Сидорчук, К. М. Сидорчук

*Радиоастрономический институт НАН Украины,
ул. Краснознаменная, 4, г. Харьков, 61002, Украина
E-mail: vasnat@ira.kharkov.ua*

Статья поступила в редакцию 23 марта 2005 г.

Разработаны методы, алгоритмы и пакет программ с пользовательским интерфейсом “Sky Continuum Survey” для построения радиокарт по наблюдениям в континууме на радиотелескопе УТР-2. Применение полученных алгоритмов позволило построить радиоизображения в различных системах координат (экваториальной и галактической) и графических представлениях. Создана база данных, содержащая ряд каталогов точечных и протяженных радиоисточников, местоположение и угловые размеры которых могут быть нанесены на получаемые карты. Разработанные методы, алгоритмы и пакет программ дают возможность обрабатывать карты – выделять фоновую составляющую, находить потоки протяженных объектов, приводить карты к одинаковому разрешению, строить карты температурных спектральных индексов и конвертировать получаемые радиоизображения в формат FITS.

Введение

Получение радиоизображений отдельных космических объектов и исследование распределения фонового космического излучения в настоящее время являются приоритетными задачами радиоастрономии. Особый интерес представляет получение радиокарт всего неба в широком диапазоне частот. Радиокарты содержат важнейшую информацию о структуре и физических характеристиках как нашей Галактики, так и внегалактических объектов. Анализ карт на различных частотах дает возможность выявить неизвестные ранее радиоисточники такие, как остатки вспышек сверхновых звезд (ОСН), области ионизированного водорода (НИ), пылевые облака и ряд других классов объектов. Карты радионеба позволяют исследовать пространственные характеристики радиоизлучения, его крупномасштабные неоднородности типа петель, местного спирального рукава и т. д., а также проверять раз-

личные модели строения Галактики. Обзоры радионеба в широком диапазоне частот, приведенные к одинаковому угловому разрешению, являются хорошим инструментом для определения спектральных характеристик непрерывного радиоизлучения, которые свидетельствуют о природе фоновой компоненты. Для решения этих задач необходимы обзоры, выполненные с высокой точностью, в том числе и на низких радиочастотах.

В Радиоастрономическом институте НАН Украины, на крупнейшем в мире декаметровом радиотелескопе УТР-2, с 80-х годов проводится радиообзор северного неба. Накопленные данные позволяют осуществить построение радиоизображения северного неба на частотах $12 \div 25$ МГц с рекордной для этого диапазона чувствительностью и угловым разрешением. Особенности декаметрового диапазона дают возможность выявить с помощью полученных радиокарт новые слабые протяженные источники с крутым спектром и области ионизированного вещества.

Кроме того, достаточно остро стоит вопрос стандартизации представления результатов обзоров, выполненных на различных инструментах. В настоящее время все большее распространение получает формат представления астрономических наблюдений Flexible Image Transport System (FITS) [1], который позволяет пользоваться данными измерений, полученными на разных телескопах, что существенно облегчает и ускоряет процесс анализа радиоизображений в широком диапазоне частот. Кроме изображений, этот формат позволяет также хранить множество типов данных, включая ASCII-текст, многомерные матрицы и двоичные таблицы. Файл FITS в простейшем случае содержит заголовок и массив данных. Такая структура носит специальное название – Header and Data Unit (HDU). Заголовок содержит зарезервированные слова, которые полностью описывают формат и способы получения данных, следующих непосредственно за заголовком.

В современной радиоастрономии прогрессивными методами построения радиоизображений являются апертурный синтез и радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами. В основном именно для таких методов разработаны пакеты программ построения и обработки радиоизображений (например, NOD2 [2], MIRIAD [3], AIPS NRAO). Подобные методы применялись и на низких частотах, в частности на радиотелескопах в Кларк Лэйке (США), GEE-TEE (Индия), и будут активно использоваться в радиоастрономической системе недалекого будущего LOFAR. Более 35 лет назад, когда создавался радиотелескоп УТР-2, невозможно было применить методы построения изображений. Сейчас перевод УТР-2 в режим полного или частичного апертурного синтеза технически реален, однако требует очень больших материальных затрат. Вместе с тем прогресс электронной техники, регистрирующих, компьютерных средств, методов обработки данных позволяет решать задачи построения радиокарт на новом качественном и количествен-

ном уровне даже без изменения структуры радиотелескопа УТР-2.

Настоящая работа посвящена разработке методов, алгоритмов и пакета программ, позволяющих не только строить карты по данным измерений на радиотелескопе УТР-2 и преобразовывать их в формат FITS, но и проводить их обработку: выделять фоновую составляющую, источники излучения, определять их потоки и спектральные характеристики.

1. Методика измерений на УТР-2 в режиме обзора

Устройство и принципы работы радиотелескопа УТР-2 описаны в [4, 5]. Измерения по программе обзора северного неба проводятся на телескопе УТР-2 на частотах 10, 12.6, 14.7, 16.7, 20 и 25 МГц. В указанном частотном диапазоне диаграмма направленности (ДН) инструмента по мощности представляет собой веер из пяти карандашных лучей с угловым размером каждого в зенитном направлении от ~ 65 до $28'$. Расстояние между лучами составляет $23'$.

В режиме обзора радиоизлучения Галактики проводилось сканирование неба неподвижной ДН радиотелескопа УТР-2 за счет суточного вращения Земли. Каждое последующее сканирование проводилось при смещении веера лучей по склонению таким образом, что соответствующие крайние лучи для предыдущего и последующего прохождений через ДН одного и того же участка неба совпадали.

Отклик ДН на исследуемое распределение радиояркости регистрировался на выходах 30-канального радиометра аналогоцифровыми преобразователями (АЦП). Каждому лучу соответствовали 6 каналов радиометра, настроенных на одну из рабочих частот. Постоянная составляющая и низкочастотные пространственные гармоники яркостного распределения, отсутствующие в отклике корреляционного телескопа УТР-2, восстанавливались по методике, описанной в [6].

Наблюдения для каждой 5-лучевой полосы проводились на различных часовых углах ориентации луча ДН (обычно использовались часовые углы $t = \pm 1^h, \pm 2^h$). Такая методика позволяет уменьшить ошибки из-за спутывания с дискретными источниками, так как рельеф боковых лепестков существенно отличается на разных часовых углах. При $60 \div 120$ сеансах наблюдений отдельных полосок число измерений в каждой точке неба колеблется в пределах от 5 до 45. Обработка результатов наблюдений позволяет получить массивы данных: значения яркостных температур и ошибок их измерений и в каждой точке с дискретом в 1 временную минуту по прямому восхождению и $\sim 23'$ по склонению.

2. Построение радиокарт

Для построения радиоизображений в среде Borland C++ Builder 5 был написан программный пакет с пользовательским интерфейсом “Sky Continuum Survey” (на рис. 1

представлен вид главной формы программного пакета).

Программа позволяет получать карты протяженного космического радиоизлучения по данным УТР-2 в различных системах координат (галактической и экваториальной) и представлениях: карты в виде изофот, изображение в цветовой палитре и в градациях серого цвета с возможностью наложения изофот с заданным интервалом по яркостной температуре. При построении изображений в цветной палитре, в градациях серого цвета и в изофотах по опорным узловым точкам необходимо знать значения яркостной температуры в промежуточных точках. Для нахождения этих значений использовалась четырехточечная аппроксимация Лагранжа полиномом третьей степени.

Пользователь может выделять и сохранять в виде отдельного файла в формате .bmp нужный для анализа участок карты. Для каждого участка карты вычисляется ширина ДН на соответствующей частоте (либо полная, либо по уровню 0.5 мощности),

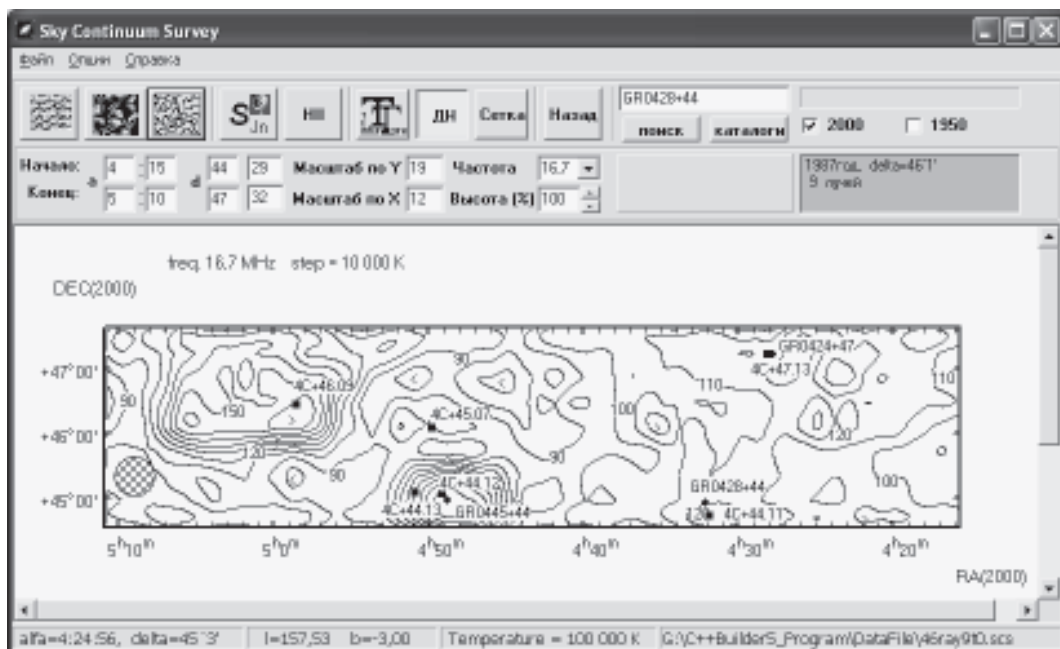


Рис. 1. Главная форма “Sky Continuum Survey”

и ее значение может быть нанесено на карту. На карту, построенную в экваториальных координатах, можно нанести галактическую сетку координат и, наоборот, на галактическую карту – экваториальную сетку координат, с пересчетом к эпохе 1950 либо 2000 г. Кроме того, итоговые данные наблюдений можно получать в виде сканов яркостной температуры.

В пакет программ введена база данных со всеми опубликованными на сегодняшний день каталогами дискретных источников, составленными на УТР-2 [7-12], рядом других каталогов дискретных источников [13-15], каталогом ОСН [16] и областей НП [17, 18]. Пользователь имеет возможность нанести на карту местоположения источников из выбранных каталогов, причем для протяженных объектов наносятся и границы источника, указанные в каталоге в виде эллипса. На карту можно нанести не только координаты источника в виде соответствующего символа, но и его название. Информация из каталогов о попавших на карту источниках может быть выведена

на экран монитора и сохранена в текстовом файле. База данных может быть легко расширена введением любых других каталогов.

По готовым к обработке данным обзора северного неба на пяти частотах – 12.6, 14.7, 16.7, 20 и 25 МГц – были построены радиокарты полосы неба с координатами: склонение $44^{\circ}30' < \delta < 47^{\circ}33'$ и $49^{\circ}05' < \delta < 53^{\circ}39'$, прямое восхождение α от 0^h до 18^h . Карта этих участков для частоты 20 МГц представлена на рис. 2.

Фрагмент карты участка неба в направлении ОСН НВ9 на частоте 25 МГц представлен на рис. 3 в экваториальных координатах в виде изофот с нанесенной галактической сеткой координат. Карта приведена к эпохе 2000 г., цифры на изофотах даны в тысячах градусов Кельвина, черными прямоугольниками отмечены местоположения дискретных источников из каталога 4С [14] с их названиями, в левом нижнем углу заштрихованным кружком показана ДН УТР-2 по половинной мощ-

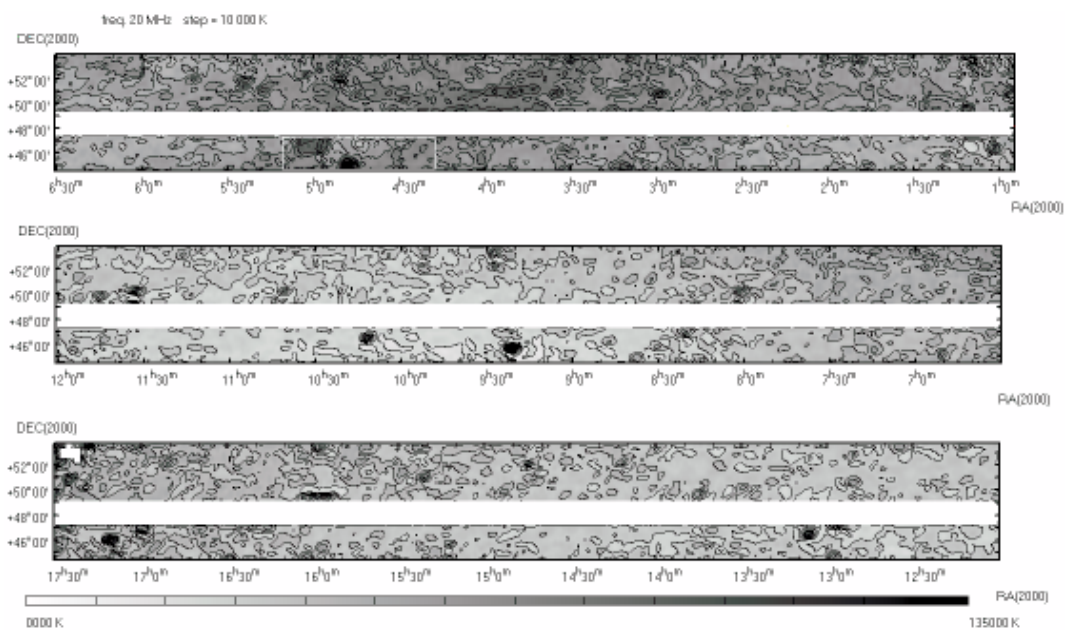


Рис. 2. Карта неба, полученная на частоте 20 МГц. Белым прямоугольником отмечена область в направлении ОСН НВ9 (см. рис. 3, 4)

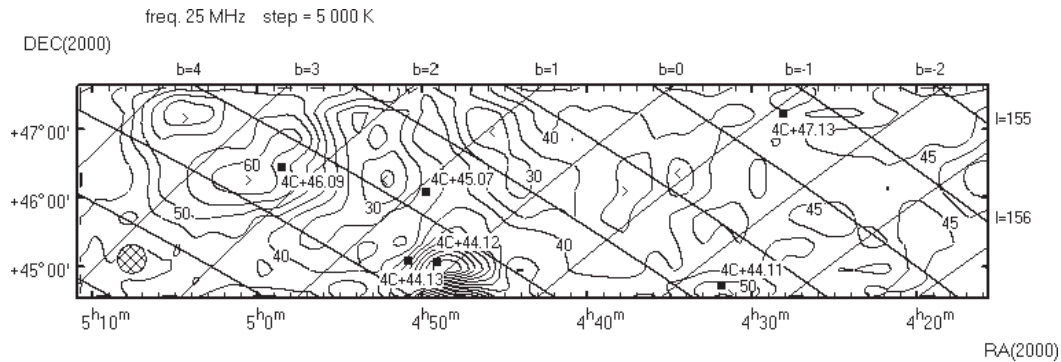


Рис. 3. Фрагмент карты неба, полученной на частоте 25 МГц с помощью “Sky Continuum Survey” в экваториальной системе координат

ности. На рис. 4 изображен тот же участок неба, но в галактических координатах в градациях серого с наложением изофот. Окружность, показанная непрерывной линией, соответствует угловому размеру ОСН НВ9 из каталога [16], а пунктирной – эмиссионным туманностям из каталога [18].

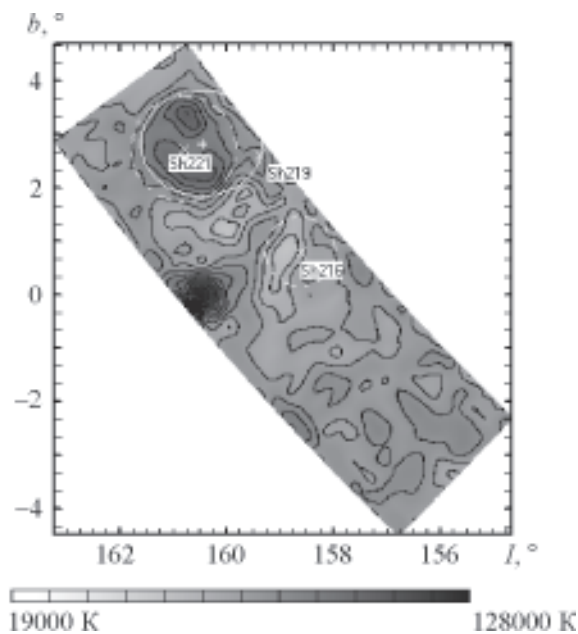


Рис. 4. Фрагмент карты неба в галактической системе координат на частоте 25 МГц, полученной с помощью “Sky Continuum Survey”

Выбор указанного фрагмента построенных карт для анализа работоспособности программы “Sky Continuum Survey” не случаен. На радиотелескопе УТР-2 в 1980-1981 гг. были проведены целенаправленные наблюдения этого участка неба для исследования ОСН НВ9 [19] и туманности Sh216 [20] по методике, аналогичной обзору северного неба. Построение и обработка карт проводились в полуручном режиме, и сравнение результатов будет хорошим критерием правильности работы созданного пакета программ.

3. Обработка радиоизображений

Программа “Sky Continuum Survey” позволяет не только строить карты в различных представлениях, но и проводить обработку полученных радиоизображений: выделять медленно меняющуюся компоненту фонового излучения, убирать отклики дискретных источников, определять потоки протяженных радиоисточников, приводить карты, полученные на различных частотах, к одинаковому разрешению.

Для выделения дискретных источников излучения (как точечных, так и протяженных) и областей НП, видимых в декаметровом диапазоне длин волн в поглощении на фоне интенсивного нетеплового излучения, необходимо из общего сигнала выделить постоянную составляющую. Для этой цели в “Sky Continuum Survey” применен фильтр

нижних частот (ФНЧ) Баттерворта второго порядка [21, 22].

ФНЧ Баттерворта второго порядка, или синусный фильтр низких частот Баттерворта, описывается формулой:

$$y(i) = b_0 x(i) - a_1 y(i-1) - a_2 y(i-2), \quad (1)$$

где $y(i)$ – сигнал на выходе; $x(i)$ – сигнал на входе; b_0 , a_1 , a_2 – члены, определяющие характер фильтра.

Для минимизации вклада дискретных источников (точечных и протяженных) в постоянную составляющую фильтрация проходила в два этапа. На первом этапе осуществлялась обычная фильтрация по формуле (1). Далее вычислялась величина

$$\sigma^2 = \langle x(i)^2 - y(i)^2 \rangle. \quad (2)$$

На втором этапе проводилась фильтрация исходных данных по $x(i)$ таким образом, что если величина $|y(i) - x(i)|$ превышала 3σ , то $x(i)$ заменялась на $y(i)$ и фильтрация по формуле (1) повторялась. Частота среза для данного участка карты выбиралась равной $2 \cdot 10^{-4}$ Гц, что приблизительно соответствует среднему пространственному спектру фоновой составляющей галактического излучения. На рис. 5 приведен пример выделения постоянной составляющей фона на сканах участка неба в направлении на ОСН НВ9.

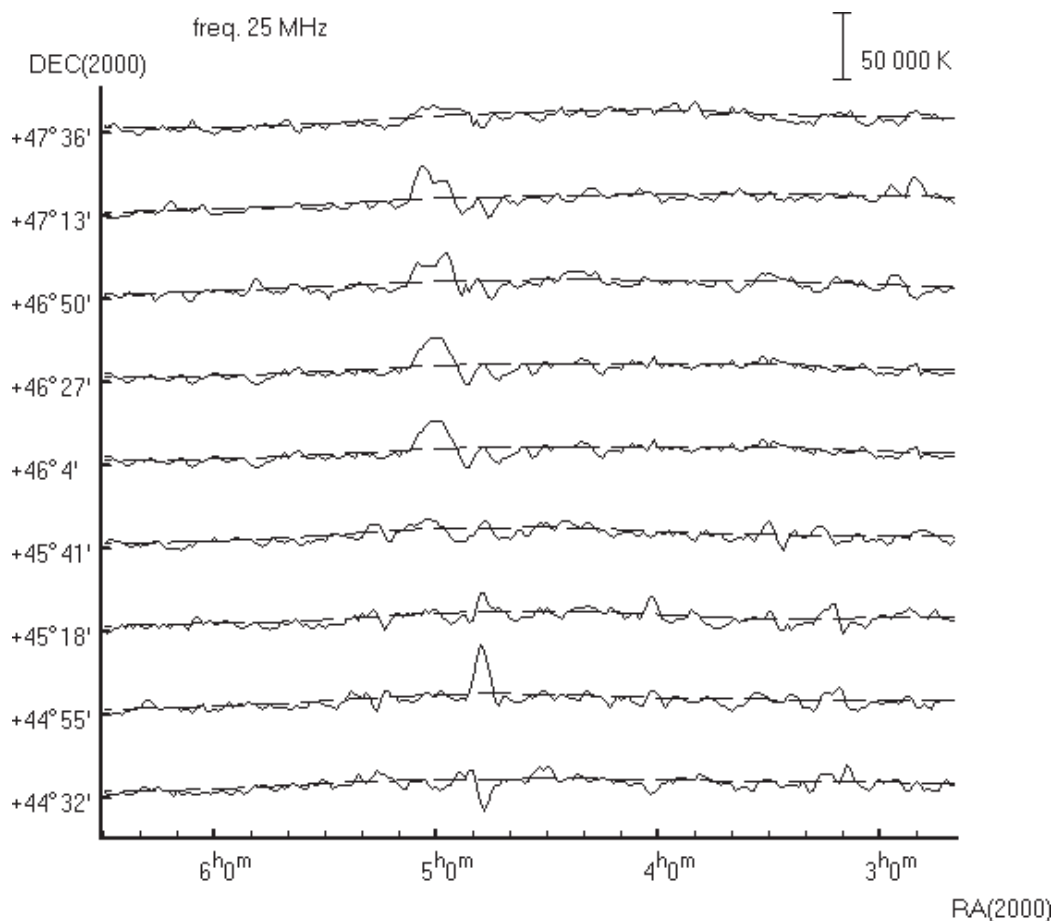


Рис. 5. Сканы участка неба в направлении ОСН НВ9 на частоте 25 МГц. Пунктирной линией показан фон

На приведенных выше фрагментах карт после вычитания фонового излучения можно выделить ряд протяженных объектов. В частности, хорошо виден остаток вспышки сверхновой HB9, туманность Sh216, две яркие радиогалактики 3C129 и 3C129.1 (на декаметровых картах они видны как один источник из-за недостаточного разрешения) и несколько относительно слабых дискретных источников из каталога 4C [14] (см. рис. 3, 4). Протяженный источник G160.9+2.6, наиболее известный как остаток вспышки сверхновой HB9, имеет приблизительно круглую форму с координатами центра $\alpha_{2000} = 05^{\text{h}}01^{\text{m}}$ и $\delta_{2000} = +46^{\circ}40'$. Заметно повышение концентрации излучения в южной половине, что согласуется с изображениями источника в оптическом, рентгеновском диапазонах и на других радиочастотах.

Плотность потока излучения HB9 в программе “Sky Continuum Survey” определялась интегрированием распределения радиояркости после вычитания фона в телесном угле, обозначенном на рис. 6. Границы интегрирования задавались пользователем посредством выбора начального и конечного времени по прямому восхождению и соответствующих значений по склонению (горизонтальная белая линия на рис. 6). Плотность потока определялась в границах вписанного в выбранную площадку эллипса. Найденные значения приведены в таблице. Указанные в таблице погрешности вычисления плотности потока связаны с ошибками в определении температур (приведены в исходных данных

Таблица. Плотность потока ОСН HB9

Частота, МГц	Плотность потока, Ян
25	480 ± 100
20	490 ± 100
16.7	550 ± 100
14.7	575 ± 100
12.6	400 ± 100

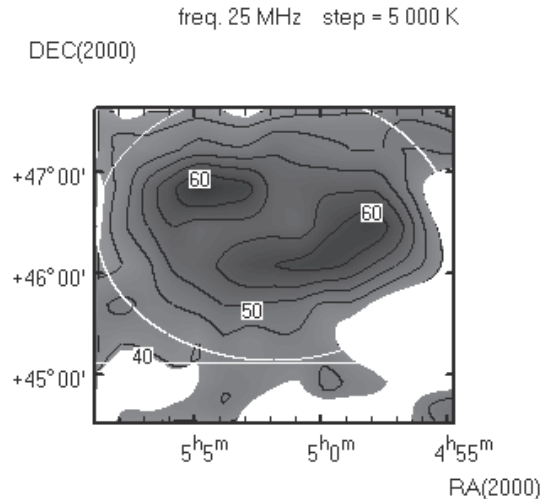


Рис. 6. Карта распределения радиояркости ОСН HB9, полученная на частоте 25 МГц без фонового излучения

для построения карт), ошибками вписывания эллипса и, в основном, ошибками определения уровня фона. Приведенные результаты в пределах погрешности совпадают с данными, полученными ранее в [19]. Заниженные значения плотностей потоков, по сравнению с [19], связаны в основном с неполным присутствием ОСН на обработанных картах – нет данных небольшой северной части источника.

Для исследования спектральных характеристик излучения в программе “Sky Continuum Survey” предусмотрена двумерная свертка карт, полученных с более высоким разрешением, с диаграммой направленности УТР-2 на заданной пользователем частоте. Такая стандартная операция позволяет привести анализируемые изображения к одинаковому разрешению и получить карты распределения температурного спектрального индекса. Двумерная свертка определяется следующим выражением:

$$T^{conv}(\alpha, \delta) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F(\alpha', \delta') \cdot T(\alpha - \alpha', \delta - \delta') d\alpha' d\delta', \tag{3}$$

где $F(\alpha, \delta)$ – диаграмма направленности радиотелескопа УТР-2, $T^{conv}(\alpha, \delta)$ и $T(\alpha, \delta)$ – яркостные температуры на частоте с меньшим и большим разрешением соответственно.

Формулу полной диаграммы направленности УТР-2 по мощности можно найти в [5].

На рис. 7, а показан результат свертки изображения ОСН НВ9 на частоте 25 МГц с диаграммой направленности УТР-2 на 12.6 МГц, а на рис. 7, б – карта распределе-

ния температурного спектрального индекса, построенная по двум указанным выше частотам с наложенными изофотами НВ9 на частоте 25 МГц (изображены белым цветом). Карта распределения спектрального индекса в данном случае представляет методический интерес как иллюстрация возможностей программы “Sky Continuum Survey”. Построенное по двум точкам распределение спектрального индекса в столь узком частотном диапазоне страдает большими ошибками и неопределенностью, тем не менее, как видно из рис. 7, б, средний температурный спектральный индекс по ОСН НВ9 составляет $\beta = 2.2$, что заметно меньше среднестатистического значения 2.5 для этого класса объектов. Такая ситуация свидетельствует о том, что по крайней мере имеет место уплощение спектра нетеплового излучения ОСН в декаметровом диапазоне длин волн, а это можно объяснить наличием ионизованного водорода на луче зрения. Сделанный нами вывод подтверждается в работе [19], где обнаруженный завал в спектре ОСН НВ9 объясняется наличием тепловой компоненты, распределенной по объекту.

В заключение отметим, что программа “Sky Continuum Survey” позволяет любую построенную в рамках программы карту преобразовать в формат FITS.

Заключение

Алгоритмы и пакет программ “Sky Continuum Survey”, описанные в настоящей работе, дают возможность быстро строить карты в различных системах координат, определять фоновое излучение и плотности потоков излучения от протяженных космических объектов, а также их спектральные характеристики по данным наблюдений на радиотелескопе УТР-2 в режиме обзора северного неба. Программа позволяет также представлять результаты в стандартном международном формате FITS.

Анализ работы программы на тестовом участке небесной сферы в направлении остатка вспышки сверхновой НВ9 показал хорошее соответствие между построенными

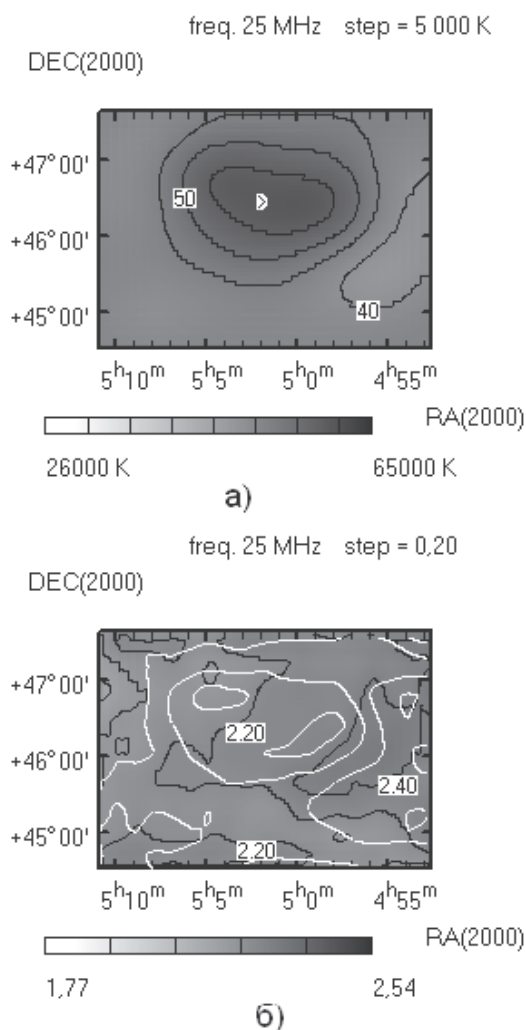


Рис. 7. а) Результат свертки изображения ОСН НВ9 на частоте 25 МГц с диаграммой направленности УТР-2 на 12.6 МГц.
б) Карта распределения температурного спектрального индекса

картами, результатом их обработки и данными, полученными ранее на этом же инструменте [19, 20].

Разработанный пакет программ позволяет автоматизировать и гибко управлять процессом построения и анализа карт декаметрового радиоизлучения северного неба, важность которых обусловлена тем, что именно здесь ярче проявляются нетепловые механизмы излучения, существенно меняется энергетический спектр релятивистских электронов, возрастает влияние ионизированной компоненты межзвездной среды, а следовательно, изменяется и частотный спектр источников излучения.

Карты радиоизлучения в континууме, получаемые на крупнейшем в мире радиотелескопе УТР-2 в самой низкочастотной части спектра, доступной для земных наблюдений, представляют не только самостоятельную ценность, но и являются крайне полезными как с методической, так и тестовой точки зрения для осуществляемого сейчас в мире грандиозного проекта строительства гигантских низкочастотных инструментов типа LOFAR.

Работа выполнена при частичной поддержке проекта INTAS 03-5727.

Авторы выражают благодарность А. А. Коноваленко за полезные замечания и дискуссию.

Литература

1. Definition of the Flexible Image Transport System (FITS). NOST. – 1999. – P. 96. (Available at “<http://fits.gsfc.nasa.gov/>”).
2. Haslam C. G. T. NOD2 A General System of Analysis for Radioastronomy // *Astron. Astrophys. Suppl.* – 1974. – Vol. 15. – P. 333.
3. Sault R. I., Killeen N. E. B. The Miriad User’s Guide (Sydney: Australian Telescope National Facility) – 1998. (Available at “<http://www.atnf.csiro.au/computing/software/miriad/>”).
4. Braude S. Y., Megn A. V., Ryabov B. P., Sharykin N. K., Zhouk I. N. The UTR-2 Radio Telescope. Experimental Techniques and Data Processing // *Astrophys. Space Sci.* – 1978. – Vol. 54. – P. 3-36.
5. Брауде С. Я., Мень А. В., Содин Л. Г. Радиотелескоп декаметрового диапазона волн УТР-2 // *Антенны.* – 1978. – Вып. 26. – С. 3-15.
6. Krymkin, V. V. Observations of the Rosette nebula NGC 2237 at decametric wavelengths // *Astrophys. Space Sci.* – 1978. – Vol. 54. – P. 187-197.
7. Braude S. Ya., Megn A. V., Rashkovski S. L., Ryabov B. P., Sharykin N. K., Sokolov K. P., Tkatchenko A. P., Zhouk I. N. Decametric Survey of Discrete Sources in the Northern Sky. V. Source Catalogue in the Range of Declinations +10° to +20° // *Astrophys. Space Science.* – 1978. – Vol. 54. – P. 37-128.
8. Braude S. Ya., Megn A. V., Sokolov K. P., Tkatchenko A. P., Sharykin N. K. Decametric Survey of Discrete Sources in the Northern Sky. VI. Source Catalogue in the Range of Declinations 0° to +10° // *Astrophys. Space Science.* – 1979. – Vol. 64. – P. 73-126.
9. Braude S. Ya., Miroshnichenko A. P., Sokolov K. P., Sharykin N. K. Decametric Survey of Discrete Sources in the Northern Sky. VII. Source Catalogue in the Range of Declinations –2° to –13° // *Astrophys. Space Science.* – 1981. – Vol. 74. – P. 409-451.
10. Braude S. Ya., Sharykin N. K., Sokolov K. P., Zakharenko S. M. Decametric Survey of Discrete Sources in the Northern Sky. X. Source Catalogue in the Range of Declinations +52° to +60° // *Astrophys. Space Science.* – 1985. – Vol. 111. – P. 1.
11. Braude S. Ya., Sokolov K. P., Zakharenko S. M. Decametric Survey of Discrete Sources in the Northern Sky. XI. The Catalogue of Sources in Declination Range +41° to +52° // *Astrophys. Space Science.* – 1994. – Vol. 213. – P. 1.
12. Braude S. Ya., Rashkovsky S. L., Sidorchuk K. M., Sidorchuk M. A., Sokolov K. P., Sharykin N. K. and Zakharenko S. M. Decametric Survey of Discrete Sources in the Northern Sky. XIIIa. The Catalogue of Sources in Declination Range +30° to +40° // *Astrophys. Space Science.* – 2002. – Vol. 280. – P. 235-299.
13. Pilkington J. and Scott P. A survey of radio sources between declinations 20° and 40° // *Mem. Roy. Astr.* – 1965. – Soc. 69. – P. 183.
14. Gower J. F. R., Scott P. F., and Wills D. A survey of radio sources in the declination range –07° to 20° and 40° to 80° // *Mem. Roy. Astr.* – 1967. – Soc. 71. – P. 49.
15. Kuhr H., Nauber U., Pauliny-Toth I., and Witzel A. Preprint No 55. – Max-Planck-Institut für Radioastronomie. Bonn: 1981. – 337 p.
16. Green D. A. A Catalogue of Galactic Supernova Remnants (2004 January version). – Millard Radio

- Astronomy Observatory, Cavendish Laboratory, Cambridge, United Kingdom. – 2004. (Available at “<http://www.mrao.cam.ac.uk/surveys/snrs/>”).
17. Paladini R., Burigana C., Davies R. D. and all. A radio catalog of Galactic HII regions for applications from decimeter to millimeter wavelengths // *Astron. Astrophys.* – 2003. – Vol. 397. – P. 213. (Available at “<http://cdsweb.u-strasbg.fr/>”).
18. Sharpless S. A catalog of the HII regions // *Astrophys. J. Suppl.* – 1959. – Vol. 4. – P. 257-279.
19. Абраменков Е. А., Крымкин В. В., Сидорчук М. А. Декаметровые исследования остатка вспышки сверхновой HB9 // *Астрон. журнал.* – 1988. – Т. 65, Вып. 6. – С. 1214-1224.
20. Абраменков Е. А., Крымкин В. В., Сидорчук М. А. Исследования туманности S216 на декаметровых волнах // *Кинематика и физика небесных тел.* – 1987. – Т. 3, №2. – С. 11-14.
21. Отнес Р., Эноксон Л. Прикладной анализ временных рядов. – М.: Мир, 1982. – 428 с.
22. Хемминг Р. В. Цифровые фильтры. – М.: Недра, 1983. – 221 с.

Побудова та обробка радіокарт північного неба за спостереженнями в континуумі на радіотелескопі УТР-2

**Н. М. Василенко, Д. В. Муха,
М. А. Сидорчук, К. М. Сидорчук**

Розроблено методи, алгоритми і пакет програм “Sky Continuum Survey” з інтерфейсом користувача для побудови радіокарт за спостереженнями в континуумі на радіотелескопі УТР-2. Застосування отриманих алгоритмів дозволило побудувати радіозображення у різних системах координат (екваторіальній і галактичній) та графічних зображеннях. Створено базу даних з низкою каталогів

точкових і протяжних радіоджерел, місцеположення та кутові розміри яких можуть наноситися на одержувані карти. Розроблені методи, алгоритми і пакет програм дають можливість обробляти карти – виділяти фонову складову, знаходити потоки протяжних об’єктів, зводити карти до однакової роздільної здатності, будувати карти температурних спектральних індексів та конвертувати одержувані радіозображення у формат FITS.

Making and Processing the Northern Sky Radio Maps Based on the Continuum Survey with the UTR-2 Radio Telescope

**N. M. Vasilenko, D. V. Muha,
M. A. Sidorchuk, and K. M. Sidorchuk**

The techniques, algorithms and the “Sky Continuum Survey” software package with the user interface have been developed for radio mapping based on the continuum survey with the UTR-2 radio telescope. Using the obtained algorithms has allowed plotting the radio images in different co-ordinates (equatorial and galactic) and graphic presentations. The database created includes several catalogs of point and extended radio sources whose location and dimension can be derived from the maps obtained. The developed techniques, algorithms and software package allow image processing, i. e. extracting the background component, obtaining the flux densities of extended sources, convolving the images to common resolution, mapping the temperature spectral indices and converting the obtained images to the FITS format.