

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ
В ОПРЕДЕЛЕНИИ ПАРАМЕТРОВ
ИСТОЧНИКОВ ГЛУБОКОГО ОБЗОРА НА РАТАН-600
И КАТАЛОГИ РАДИОИСТОЧНИКОВ, ОБНАРУЖЕННЫХ
В ИНТЕРВАЛЕ ПРЯМЫХ ВОСХОЖДЕНИЙ
 $0^h < \alpha < 1^h$, $4^h < \alpha < 5^h$, $16^h < \alpha < 17^h$
НА СКЛОНЕНИИ SS 433**

*Ю. Н. Парийский, Н. Н. Бурсов, Р. Вилебинский, В. В. Витковский,
У. Кляйн, Н. М. Липовка, Н. С. Соболева, А. В. Темирова*

Приведен каталог объектов, зарегистрированных в эксперименте «Холод» в области $16^h < \alpha < 17^h$, $\delta = \delta_{SS\ 433} \pm 10'$, их положения, плотность потока и для ряда источников спектры с привлечением специальных наблюдений с помощью 100-м параболоида и данных других авторов. Даны также предварительные списки объектов для той же полосы неба в интервале по прямому восхождению $0^h < \alpha < 1^h$ и $4^h < \alpha < 5^h$. Общее число новых объектов в интервале $4^h < \alpha < 5^h$, $16^h < \alpha < 17^h$ и опубликованных ранее в области $13^h < \alpha < 14^h$ — около 100. Для источников с медианным потоком ~ 40 мЯн поле ошибок в определении положения оказалось равным 0.4×0.5 (т. е. 200 квадратных секунд дуги), а среднеквадратичная погрешность определения плотностей потоков для них — около 10 %. Показано, что в условиях эксперимента «Холод» точность определения моментов прохождения радиоисточников через диаграмму направленности радиотелескопа определяется практически отношением сигнала к тепловому шуму радиометра. Для источников сильнее 100 мЯн могут проявиться дополнительные факторы. Точность определения плотностей потоков также ограничена отношением сигнала к шуму.

The catalogue of radiosources detected in the 7.6 cm RATAN-600 deep sky surveys within the interval $16^h < \alpha < 17^h$, $\delta = \delta_{SS\ 433} \pm 10'$ (coordinates and flux densities) is reported. Flux densities have been measured also with the 100-m Effelsberg paraboloid for 23 RATAN-600 sources at 6 cm and for some of them at 2.8 cm. Radio spectra of the objects common to the RATAN-600, Effelsberg and Texas surveys are obtained. Preliminary lists of sources of the same strip of sky in the right ascension interval $0^h < \alpha < 1^h$, $4^h < \alpha < 5^h$ are given too. The overall number of new objects in the interval $4^h < \alpha < 5^h$, $16^h < \alpha < 17^h$ and $13^h < \alpha < 14^h$ (published earlier) is near 100. For the sources with a mean flux density of ~ 40 mJy the error box is 0.4×0.5 ; and rms error of the flux density is 10 %. As it is shown in this paper the accuracy of moments of radiosource passings through the antenna pattern of the radio telescope is determined by the ratio of the signal to the thermal noise of the radiometer. For sources stronger than 100 mJy additional factors may be of importance. The accuracy of determination of flux densities is limited by the signal-to-noise ratio too.

В эксперименте «Холод» (первый глубокий обзор на телескопе РАТАН-600) получена разнообразная информация о радиоизлучении полосы неба шириной около ± 10 мин дуги с центральным склонением, равным склонению радиоисточника SS 433 на волнах 1.38, 2.08, 3.9, 7.6, 8.2 и 31 см [1]. В работе [2] опубликованы первые оценки по статистике радиоисточников слабее 14 мЯн (т. е. в области плотностей потоков, не исследованной к моменту публикации работы [2]). В работах [3, 4] даны результаты по флуктуациям реликтового фона; в статьях [5, 6] опубликован уточненный список обнаруженных радиоисточников в области $13^h < \alpha < 14^h$, спектры этих источников и результаты оптических отождествлений. Подробный анализ данных, аппаратура, методика, результаты эксперимента и предварительный список обнаруженных объектов приведены в [7, 8].

Здесь мы публикуем результаты анализа области неба в интервале по прямому восхождению $16^h < \alpha < 17^h$ на волне 7.6 см, предварительные данные

по областям $0^h < \alpha < 1^h$ и $4^h < \alpha < 5^h$, а также некоторые оценки общего характера относительно точности определения параметров дискретных радиоисточников по всей исследованной полосе неба.

1. Оценка реальности обнаруженных объектов. В исследованной полосе неба отсутствуют наблюдения с близкой чувствительностью других авторов. Поэтому прямая проверка реальности обнаруженных объектов невозможна. Эта же область неба наблюдалась позже с меньшей чувствительностью с использованием других секторов РАТАН-600 лабораторией ГАИШ [9], однако сравнение наших данных с каталогом ГАИШ является скорее проверкой полноты списка ГАИШ, чем нашего списка источников.

Выборочный контроль с помощью 100-м параболоида в Эффельсберге дал только нижнюю границу уровня достоверности наших данных, так как исследование реальности слабых источников потребовало бы слишком большого количества наблюдательного времени на 100-м телескопе из-за неуверенности в положении радиоисточников по склонению.

Теоретические оценки также вызывают трудности, так как статистика шума отличается от гауссового распределения из-за атмосферных, промышленных, космических и инструментальных помех.

В качестве грубой оценки реальности обнаруженных объектов разной пиковой плотности потока мы провели независимую обработку двух близких по флуктуационной чувствительности циклов наблюдений. Результаты приведены в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1

T_A , мК	P , мЯн	Среднее число деталей в группе	Из них совпадающих («истинных»)	Процент несовпадающих деталей («ложных»)
0.5—1.49	1.5—4.5	70	36 (51 %)	49
1.5—1.99	4.5—6.0	62	33 (63 %)	37
2.0—2.99	6.0—9.0	42	34 (85 %)	15
3.0—12.0	9.0—36.0	30	27 (90 %)	10

В этой таблице приведены проценты совпадающих и несовпадающих деталей (по прямому восхождению) в пределах диаграммы направленности, выделенных методом «гаусс-анализа» [10] в двух независимых циклах наблюдений в эксперименте «Холод-II» (в азимуте 30°) для интервала по прямому восхождению 1 ч. В первой колонке приведены интервалы пиковых антенных температур в милликельвинах, во второй — интервалы пиковых плотностей потоков в миллианских. Так как вероятность случайных совпадений низка, то мы считаем совпадающие источники «истинными», а несовпадающие — «ложными». Данные таблицы изображены на рис. 1. С помощью этого рисунка можно оценить определенную таким образом полноту списка каждого цикла наблюдений для объектов с заданной пиковой плотностью потока ($P_{\text{пик}}$). Считая, что чувствительность в циклах близка, осреднение двух циклов в $\sqrt{2}$ раз повышает чувствительность, и следует пользоваться верхней шкалой рис. 1. Оценки приводят к величине $P_{\text{пик}} \approx 5$ мЯн для уровня полноты 80 %. Прямое сравнение данных по всей полосе неба (список Витковского—Наугольной [11]) с каталогом ГАИШ [9] дает величину $P_{\text{пик}} = 70$ мЯн для 80 % полноты каталога ГАИШ, что не слишком отличается от их первичной оценки. Следуя этой схеме, на уровне 2.5 мЯн по пиковой плотности потоков (для источников малого размера это соответствует интегральной плотности потока на склонении радиоисточника SS 433 и вдвое грубее на расстоянии $\pm 5'$ от центрального склонения) около 50 % объектов, регистрируемых в полосе, — «истинные», около 50 % — «ложные», или (что мы считаем маловероятным) очень сильно переменные. Анализ более слабых объектов можно проводить только статистически. Такая попытка и была сделана в работе [2]. Последующие прямые подсчеты в Вестерборке и на VLA [12] подтвердили основные результаты работы [2].

Из анализа результатов наблюдений в режиме эксперимента «Холод» в области $16^h < \alpha < 17^h$ следует, что около трети уверенно регистрируемых объек-

тов — источники, известные и на дециметровых, и на метровых волнах (13 источников совпадает с источниками Техасского обзора [13], из которых 4 источника имеются в других каталогах [14]). В обзоре средней чувствительности ГАИШ [9] с учетом каталога Техасского обзора один объект новый, а в эксперименте «Холод» более 20 источников в области $16^h < \alpha < 17^h$ отсутствует в каких-либо каталогах, т. е. более 40 % объектов новых. Средняя плотность потока новых объектов около 25 мЯн, самый слабый источник имеет 10 мЯн. «Гаусс-анализ» выделяет на одномерных изо-

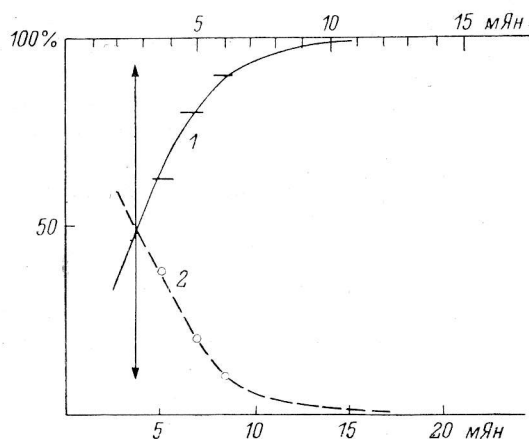


Рис. 1. Доля истинных источников данного пикового потока, совпадающих по прямому восхождению в двух циклах наблюдений (1), и доля ложных источников данного пикового потока, имеющих только в одном из циклов наблюдений (2).

По оси абсцисс плотность потока: верхняя шкала — сумма двух циклов наблюдений, нижняя шкала — один цикл.

бражениях полосы неба радиостанции вплоть до 1.5 мЯн, однако их не включили в список источников из-за трудности оценки их достоверности (рис. 1).

2. Инструментальные эффекты и оценки случайных погрешностей определения положения и плотностей потоков радиостанций. Так как наблюдения в эксперименте «Холод» проводились на 5 волнах одновременно, то почти

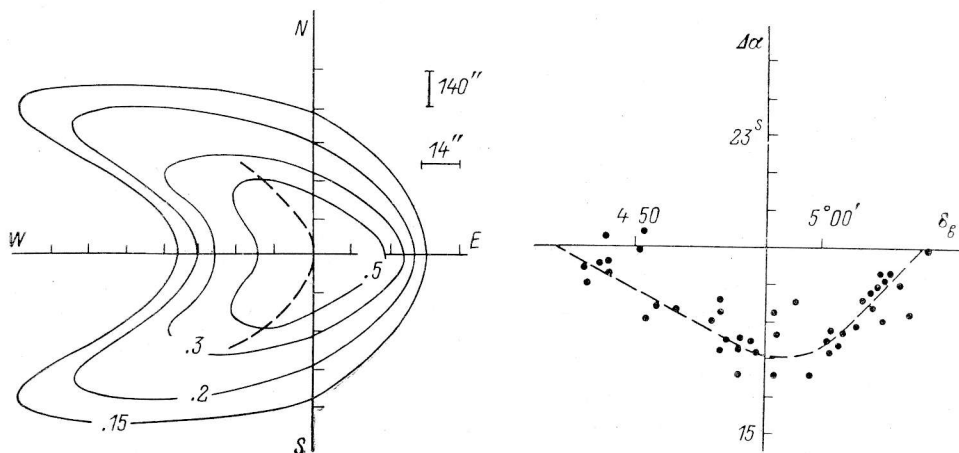


Рис. 2. Изофоты диаграммы направленности РАТАН-600 ($\lambda=7.6$ см) при поперечном выносе первичного облучателя 3λ .

Штриховой линией показана кривая максимумов диаграммы направленности на различных горизонтальных сечениях.

Рис. 3. Разность между наблюдаемым и расчетным моментами прохождения в зависимости от склонения источника для 50 достаточно ярких объектов в полосе обзора.

Расчет производился в предположении отсутствия абберационных эффектов.

все кривые прохождения искажены абберациями из-за внеосевого положения первичных рупоров. Характер ожидаемых эффектов при поперечном выносе рассчитан был ранее [15] (рис. 2). Кроме того, для повышения чувствительности радиотелескопа к протяженным областям неба был реализован небольшой дополнительный вынос рупора из фокуса вторичного зеркала [1, с. 21].

Для экспериментальной оценки возникающих эффектов на рис. 3 представлена разность между наблюдаемым моментом прохождения источника и расчетным в зависимости от склонения источников для 50 достаточно ярких объектов

в полосе обзора. Расчет производился в предположении отсутствия абберационных эффектов (подробное обсуждение рис 3 см. ниже). Из сравнения рис. 2 и 3 видно, что кривизна диаграммы направленности имеет ожидаемый знак и по достаточно большому числу опорных объектов может быть учтена с точностью до ~ 0.2 с (ε_i/\sqrt{n} , где ε_i — ошибка одного измерения; $n=50$). Для очень слабых объектов, для которых точность определения моментов прохождения через максимум диаграммы направленности сравнима с полушириной диаграммы, учет этого эффекта необязателен.

Кроме систематических ошибок, которые выбираются по опорным объектам, были исследованы и случайные ошибки в определении координат, размеров и плотностей потоков.

Так как исследуемая полоса неба наблюдалась десятки раз, легко оценить стабильность регистрируемых моментов прохождения радиоисточников.

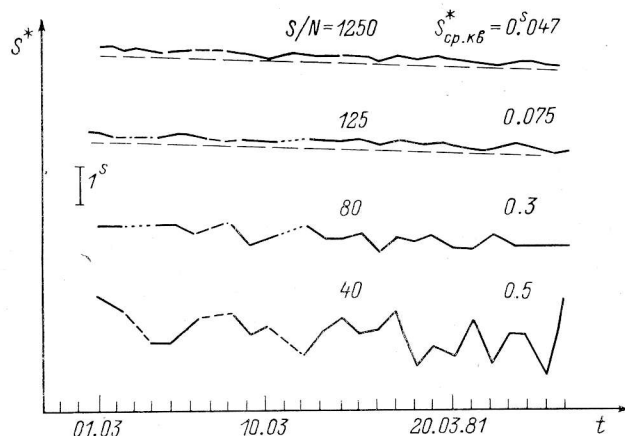


Рис. 4. Изменение моментов прохождения радиоисточников различной интенсивности через диаграмму направленности радиотелескопа изо дня в день в течение всего 26-дневного цикла наблюдений эксперимента «Холод-II».

Указаны также значения отношения сигнала к шуму S/N и ср. кв. отклонения ($S_{ср. кв}^*$) предвычисленного положения (штриховая линия). По оси абсцисс — даты наблюдений.

По сильным объектам стабильность моментов позволяет регистрировать суточное изменение видимого места источников. На рис. 4 показано, как меняются день ото дня моменты прохождения радиоисточников различной интенсивности в течение всех 26 дней эксперимента «Холод-II». Верхняя кривая — самый сильный объект PKS 2128+04, ниже показано поведение более слабых радиоисточников. Значения отношения сигнала к шуму также отмечены на этом рисунке. Штриховые линии на двух верхних рисунках — предвычисленные видимые места объектов на моменты наблюдений.

Отклонение от среднего момента прохождения (после перехода к одной эпохе) не носит характера нормального закона. Временами можно регистрировать в течение нескольких дней когерентное смещение близких объектов. Пример приведен на рис. 5. В таких случаях можно по близкому опорному объекту восстанавливать падающий волновой фронт, искажаемый инструментальными или атмосферными эффектами, по известному методу опорного объекта [16]. Пример полного отсутствия корреляции в «углах прихода» для этих же близких объектов показан на рис. 6.

По ряду объектов, обнаруженных в полосе обзора, была сделана проверка реальной погрешности определения моментов прохождения радиоисточников через диаграмму направленности и сравнения ее с теоретической, вычисленной в предположении, что основным мешающим фактором являются шумы радиометра. Результаты этой проверки сведены в табл. 2а и 2б, где приведены и экспериментальные, и теоретические погрешности в моментах прохождения радиоисточников. Теоретические погрешности определяются отношением сигнала S

к шуму N и протяженностью кривой прохождения источника φ_A . Этот так называемый теоретический тепловой предел вычисляется по формуле:

$$\bar{\varepsilon}_{\text{ср. кв. терм.}} \sim (1/\sqrt{2}) (N/S) \varphi_A. \quad (1)$$

Пиковые значения антенной температуры приведены в столбце 1, значения φ_A в секундах времени — в 2. Среднеквадратичные значения отклонений наблюдаемых моментов прохождения от предвычисленных (т. е. ошибка одного измерения $\varepsilon_{\text{ср. кв.}}$), определенные по многодневным рядам наблюдений (до 20 дней), при-

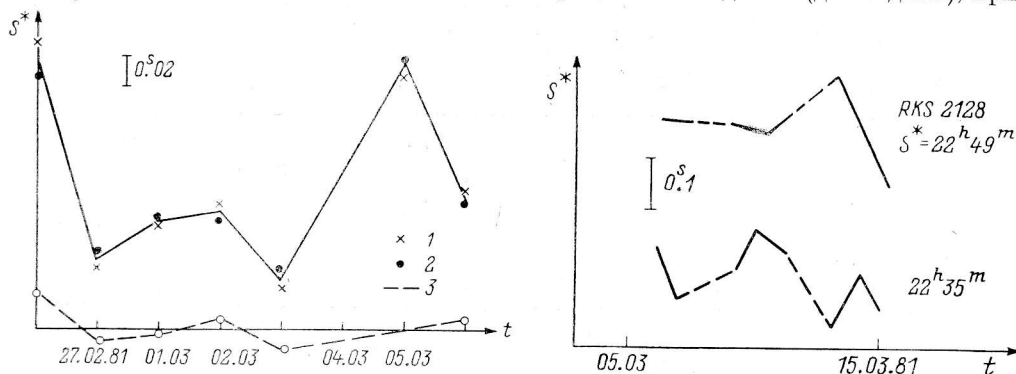


Рис. 5. Пример стабильности разности моментов прохождения двух близких радиоисточников. Расстояние между источниками по прямому восхождению составляет 14 мин времени. По оси абсцисс отложены даты наблюдений. Наблюдаемое значение прямого восхождения: 1 — первого источника, 2 — второго; 3 — изменение прямого восхождения первого источника относительно второго.

Рис. 6. Пример полной декорреляции в суточных изменениях видимых положений близких радиоисточников.

ведены в столбце 3. В столбце 4 оценены случайные ошибки в определении моментов прохождения за весь цикл наблюдений (ошибка среднего $\bar{\varepsilon}_{\text{ср. кв.}}$):

$$\bar{\varepsilon}_{\text{ср. кв.}} = \varepsilon_{\text{ср. кв.}} / \sqrt{n},$$

где n — число наблюдений.

Для оценки N в формуле (1) мы приняли, что флуктуационная чувствительность радиометра близка к 3 мК [17] при времени интегрирования 1 с. Если размер объекта составляет m с времени по прямому восхождению и он наблюдался n раз, то можно реализовать в \sqrt{nm} раз более высокую чувствительность и соответственно улучшить отношение сигнала к шуму S/N . В этом случае формула (1) переходит в формулу

$$\bar{\varepsilon}_{\text{ср. кв. терм.}} \sim (1/\sqrt{2nm}) (N/S) \varphi_A. \quad (2)$$

«Тепловая» предельная ожидаемая точность определения моментов прохождения, ограниченная конечной чувствительностью радиометра, приведена в столбце 6 табл. 2а.

Для источников слабее 14 мК по антенной температуре была сделана оценка двух эффектов: а) влияния теплового шума на результаты наблюдений в применяемом нами методе «гаусс-анализа» [10]; б) близость реальных погрешностей к ожидаемым тепловым, как было сделано для более сильных источников в табл. 2а.

В столбце 1 табл. 2б приведены диапазоны антенных температур рассмотренных источников для $16^{\text{h}} < \alpha < 17^{\text{h}}$. Соответствующие пиковые плотности потока P (средние по данной группе) для двух групп радиоисточников в табл. 2б составляют соответственно 20 и 9 мЯн (столбец 2 табл. 2б). В столбце 3 приведены средние ширины кривых прохождения для этих же групп радиоисточников (φ_A). В столбце 4 мы оценили отдельно погрешность метода «гаусс-анализа» при малом отношении сигнала к шуму. Для этого мы нашли величину ΔS_G^*

$= (S_{I+II}^* - (S_I^* + S_{II}^*)/2)$ для каждого объекта и вычислили среднеквадратичную погрешность

$$\Delta S_{G \text{ ср. кв.}}^* = \sqrt{\Sigma (\Delta S_G^*)^2 / n}$$

(столбец 5), где S_I^* , S_{II}^* , S_{I+II}^* — моменты прохождения источника для цикла I, цикла II и для среднего из двух циклов соответственно, полученные методом «гаусс-анализа». В столбце 6 приведена оценка реальной погрешности определе-

ТАБЛИЦА 2а

T_A , МК	φ_A	$\bar{\epsilon}_{\text{ср. кв.}}^*$ (одного измерения)	$\bar{\epsilon}_{\text{ср. кв.}}^*$ (ошибка среднего)	S/N	$\epsilon_{\text{ср. кв. терм}}$
1	2	3	4	5	6
500	4.9	0.7	0.15	1300	0.04
125	5.8	1.9	0.5	350	0.23
30	5.4	4.5	0.9	130	0.7
15	9.1	9.6	1.9	47	2

ТАБЛИЦА 2б

T_A , МК	P , мЯн	φ_A	ΔS_G^*	$\overline{\Delta S_G^*}$ ср. кв	$\overline{\Delta S^*}$	S/N	$\Delta S_{\text{ср. кв. терм}}^*$
1	2	3	4	5	6	7	8
5—10	20	8.8	9.1	5.7	4.5	20	4.5
5	9	8.8	25	10.5	12.6	10	10.5

ния моментов прохождения радиоисточников для этих двух групп при осреднении всех 24 кривых прохождения. В столбце 7 дано отношение сигнала к тепловому шуму на выходе радиотелескопа. В столбце 8 — термической предел точности определения моментов прохождения, накладываемый термическим шумом радиотелескопа [см. формулу (2)].

На рис. 7 мы привели зависимость отношения наблюдаемой погрешности в определении ошибки среднего за 26 дней к теоретической ошибке среднего в зависимости от отношения сигнала к шуму.

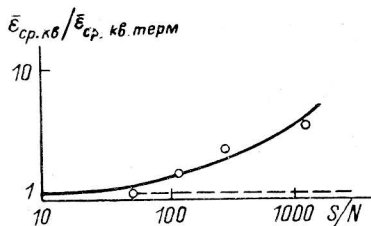


Рис. 7. Зависимость отношения наблюдаемой погрешности в определении координат к расчетной («термической») от отношения сигнала к шуму.

Основные выводы из табл. 2а и 2б следующие.

1. Для источников слабее 100 мЯн основным источником погрешности при наблюдениях с неподвижным радиотелескопом является конечная чувствительность радиометра.
2. Метод выделения гауссовых источников из зашумленных массивов не вносит дополнительных погрешностей даже для источников слабее 20 мЯн.
3. При наблюдениях сильных объектов ($P > 100$ мЯн) термический шум радиометра уже не является определяющим фактором (ср. столбцы 4 и 6 табл. 2а для первых двух строк). В погрешности определения координат таких сильных радиоисточников роль атмосферных дрожаний и других факторов, по-видимому, доминирует.

Из табл. 2 можно оценить требования к позиционированию вторичного зеркала для источников с известным отношением сигнал / шум. Так как смещение объекта по прямому восхождению $\Delta \alpha$ в 1 с дуги эквивалентно смещению

мнимого фокуса вторичного зеркала Δl на 1 мм (на средних высотах) от плоскости меридиана, то случайная погрешность в положении вторичного зеркала Δl должна быть менее

$$\Delta l [\text{мм}] \leq \Delta \varphi_A [\text{с дуги}] \approx (\lambda/D) [\text{с дуги}] \cdot (N/S).$$

Для криорadiометра с чувствительностью ~ 3 мК при $\tau=1$ с [17] и объектов с плотностью потока ~ 1 Ян необходимо знать положение мнимого фокуса с точностью выше 0.7 мм, а для объектов слабее 10 мЯн — с точностью до 5 мм.

Как показали исследования стабильности измеряемых прямых восхождений сильных радиостанций, при неподвижном положении вторичного зеркала реализуется точность одного измерения выше 0.7 с дуги, что соответствует стабильности положения мнимого фокуса радиотелескопа в целом не хуже 0.7 мм. (При наблюдениях в режиме «Холод» проводилось только горизонтирование вторичного зеркала в течение суток, в то время как само зеркало оставалось неподвижным в течение всего цикла наблюдений).

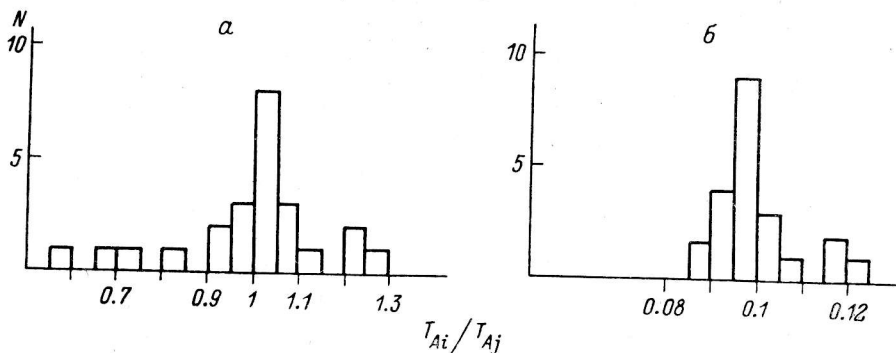


Рис. 8. Статистика отношения антенных температур близких радиостанций.
а — оба источника имеют $T_A \approx 15$ мК; б — отношение слабого к сильному.

Для участка $21^{\text{h}} < \alpha < 22^{\text{h}}$ и $0^{\text{h}} < \alpha < 1^{\text{h}}$ был сделан анализ стабильности отношения пиковых антенных температур для близких объектов равной интенсивности и для отношения самого сильного объекта PKS 2128+04 к радиостанции умеренной интенсивности, расположенной на расстоянии 14 мин по прямому восхождению от сильного. Гистограмма отношений антенных температур для этих случаев приведена на рис. 8. Среднее по 26 дням значение дисперсии суточного отношения антенных температур двух радиостанций, отстоящих всего на 6 мин по прямому восхождению, со средней температурой 20 мК оказалась равным 34 %, что соответствует погрешности 25 % для каждого объекта. Это значительно больше, чем погрешность, обусловленная шумами радиометра. В более спокойные периоды этого цикла (18 дней) дисперсия «впадает» до 6 %, что уже близко к «термическому шуму», определяемому чувствительностью радиометра. Таким образом, случайная ошибка измерения среднего значения антенной температуры за весь цикл наблюдений составила $25\% / \sqrt{26} = 5\%$ для источников с $T_A = 20$ мК (без какой-либо селекции наблюдательного материала), или 1.4 % для 18 хороших записей.

При использовании в качестве опорного объекта PKS 2128+04 (рис. 8, б) мы получили значение дисперсии (одного измерения) отношения антенных температур исследуемого источника с $T_A = 50$ мК к опорному (анализ 21 суточной записи). Ошибка среднего отношения за этот период составила 2 %.

Как мы отмечали (рис. 5), в течение недели наблюдалась корреляция дрожаний этих же двух объектов. За эту неделю ошибка среднего отношения исследуемого объекта 21 ч к PKS 2128+04 составила 1.5 %. Это лишь несколько лучше, чем следовало бы ожидать при дисперсии независимых средних антенных температур для PKS 2128+04 ($\pm 0.7\%$) и исследуемого объекта 21 ч с $T_A = 25$ мК ($\pm 1.5\%$).

Итак, относительно стабильности измеряемых плотностей потоков можно сделать вывод, что, как правило, точность измерений в режиме неподвижного

радиотелескопа также ограничена отношением сигнала к шуму, однако иногда возникают значительно большие погрешности, причину которых предстоит найти.

Так как фазовые набеги в тропосфере удовлетворительно контролируются по собственному радиоизлучению тропосферы, а тропосфера находится в ближней зоне для раскрыва РАТАН-600, то по вариациям фонового излучения тропосферы можно попытаться восстановить фазовые искажения, вносимые тропосферой, и даже попытаться в первом приближении учесть их как при измерении координат (дрожания), так и плотностей потоков (рассеяние, поглощение).

3. Систематические эффекты в определении положения и плотностей потоков радиоисточников. Считая, что инструментальные эффекты имеют малый суточный ход, можно грубо привязать по положению (по прямому восхождению) весь каталог «Холод-I» и «Холод-II» по основному опорному объекту PKS 2128+04. Можно уточнить привязку по прямому восхождению, увеличив число опорных объектов. Приведем результаты трех попыток.

а) 16 сильных объектов совпадают с координатами из списка ГАИШ [9], система прямых восхождений которых привязана к системе VLA НРАО (США). Это объекты со следующими номерами по z -каталогу: 557, 648, 700, 1192, 1386, 1476, 1948, 2049, 2088, 2280, 2383, 2386, 2649, 2877, 2903, 2947. Точность привязки составляет 0.3. По этим же объектам можно привязать и шкалу потоков. Для одиночных точечных объектов с $P > 100$ мЯн

$$(1/n) \Sigma (T_{\Delta \varphi_A}) [\text{мК} \cdot \text{с}] / P [\text{мЯн}] = 1.42 \pm 0.08$$

или

$$T_{\Delta} [\text{мК}] = P [\text{мЯн}] (1.42/4 [\text{с}]) = 0.35P [\text{мЯн}],$$

что соответствует эффективной площади телескопа 1020 м^2 и близко к оценке эффективной площади по измерениям опорных объектов [18].

б) Около 50 источников каталога Дугласа [13] являются сильными для осуществления привязки координат.

Результаты по этим 50 объектам представлены на рис. 3. Из этого рисунка видно, что кроме постоянного сдвига $\Delta S^* = 17.5$ с, определяемого величиной поперечного выноса первичного облучателя из фокуса, имеется зависимость прямого восхождения от склонения, которая в виде поправки должна быть введена в прямое восхождение объекта. Поправка определяется уверенно для источников со склонениями в пределах ± 10 мин дуги от центрального сечения. Для более удаленных объектов происходит сильное расширение диаграммы направленности, и точность определения координат ухудшается. Теоретически эта область диаграммы направленности хуже обследована. Возможно, кривая рис. 3 слегка асимметрична, что может быть легко объяснено небольшим продольным выносом вторичного зеркала.

в) Для привязки шкалы плотностей потоков источников, измеренных на РАТАН-600, к международной шкале плотностей потоков некоторые области полосы «Холода» исследовались на 100-м радиотелескопе в Эффельсберге на волнах 2.8 и 6.3 см в режиме кросс-сканов (размеры исследуемых площадок составили $15' \times 15'$). Для наблюдений были выбраны источники Техасского обзора [13], а также ряд объектов, обнаруженных на РАТАН-600. Это позволило по данным наблюдений в Техасе ($\lambda = 82$ см) и Эффельсберге ($\lambda = 6.3$ и 2.8 см) определить ожидаемую плотность потока на волне 7.6 см для источников с нормальным степенным спектром. По 12 источникам с $16^{\text{h}} < \alpha < 17^{\text{h}}$ была построена кривая регрессии между ожидаемыми на 7.6 см и фактически наблюдаемыми на РАТАН-600 плотностями потоков, аналогично тому, как это сделано в [5]. Далее, с помощью этой кривой были скорректированы плотности потоков для всех источников $16^{\text{h}} < \alpha < 17^{\text{h}}$ с простыми спектрами. Отношение плотности потока для 14 объектов с $16^{\text{h}} < \alpha < 17^{\text{h}}$ на волнах 7.6 и 6.3 см составляет 1.26 ± 0.33 .

В табл. 3 приведена точность определения плотностей потоков $\sigma_{P, V}$ на волне 6.3 см (100-м телескоп) в области $16^{\text{h}} < \alpha < 17^{\text{h}}$. Ошибка в определении плотностей потоков вычислялась по нескольким сканам под различными позиционными углами; ее величина зависит от точности наведе-

ния на источник. Ошибка в определении плотностей потоков источников эксперимента «Холод» вычислялась по формуле $\sigma_P = \sqrt{\sigma_{P,B}^2 + \sigma_{P,R}^2}$, где $\sigma_{P,B}$ — величина, указанная в табл. 3, $\sigma_{P,R}$ — приведена в табл. 5.

Наблюдения на 100-м телескопе (Эффельсберг) позволили также уточнить координаты некоторых источников Техасского обзора (которые являются опорными для источников обзора «Холод»). Два из них оказались смещенными на $\sim 52''$ (ошибка в номере лепестка диаграммы направленности интерферометра). В ряде случаев наблюдения на 100-м телескопе помогли однозначному отождествлению источников в меридиане и азимуте, что позволило уточнить склонения обнаруженных на РАТАНе радиисточников.

4. Определение склонений радиисточников. Наблюдения в двух азимутах позволяют определить склонения и прямые восхождения радиисточников [19, 5, 6]. Как известно, при суточном движении источника по небу он пересекает диаграмму направленности антенны под углом, равным параллактическому углу $\sin q = (\cos \varphi / \cos \delta) \sin A$, где φ — широта места наблюдений, q — параллактический угол (в меридиане $q=0$). Казалось бы, необходимо наблюдать в азимутах $\pm 90^\circ$, что для $\delta \approx 0^\circ$ при $\varphi = 45^\circ$ дает угол $2q = 90^\circ$, и точность определения координат будет максимальной. Однако приходится искать компромисс между координатной точностью и эффектом «путаницы» — на волне 7.6 см более 20 % неба заполнено источниками, и разрез неба в удаленных азимутах выглядит по-разному; возникает проблема «отождествления» деталей, с которой сталкиваются все, работающие с материалом «Холод».

ТАБЛИЦА 3

P , мЯн	σ_{PB} , %	Число источников
100—200	3	2
50—100	5	3
30—50	6	11
20—30	8	4

Вообще говоря, желательны наблюдения во всех доступных азимутах и на различных склонениях. Это позволит построить двумерную синтетическую карту исследуемой полоски неба и уйти от проблемы «путаницы». Однако это требует слишком большого наблюдательного времени. В эксперименте «Холод» был опробован следующий путь: наблюдения проводились в азимуте 30 и 0° . При этом большую часть деталей можно отождествить однозначно, хотя в некоторых случаях это сделать не удается. В дальнейшем будут дополнительно проводиться наблюдения и на различных склонениях в режиме неподвижного фокуса [20, 21] и в различных азимутах. Для $A = 30^\circ$ имеем $\sin q = 0.4$ и $\epsilon_\delta = \epsilon_S \cos q$, т. е. ошибка в определении склонения увеличивается почти в 3 раза по сравнению с ошибкой определения момента звездного времени ϵ_S при прохождении объекта через диаграмму радиотелескопа. При столь близких азимутах сечения оказываются близкими по форме. Необходимо также выполнение следующих условий.

1. Должно сохраняться определенное соотношение пиковых значений плотностей потоков в меридиане и азимутах.
2. Должно сохраняться определенное соотношение ширин кривых прохождения в меридиане и азимутах.
3. Полуширина кривой прохождения источника с данным склонением должна соответствовать расчетной полуширине.

Зависимость полуширины кривой прохождения от выноса источника по склонению от оси диаграммы $\Delta \delta$ представлена на рис. 9. Процедура отождествления пока не формализована и проводится наблюдателем.

После устранения систематического различия в массивах данных по шкале потоков (среднее отношение амплитуд источников в $A = 0^\circ$ к амплитудам в $A = 30^\circ$ оказалось равным 1.18 по 38 объектам в области $16^h < \alpha < 17^h$) можно свертывать изображение каждого объекта в азимуте 0° со всем массивом данных в азимуте 30° . Это в будущем позволит автоматизировать процесс «отождествления», реализовать оптимальную фильтрацию шумов (свертка с комплексно-сопряженным объектом) и уйти от проблемы неустойчивости в «гаусс-анализе». При этом условии 3 следует проверять независимо.

Условие 1 неприменимо к переменным источникам. Однако первая оценка показывает, что процент сильно переменных объектов невелик (рис. 10). За период около одного года в интервале по прямому восхождению 1 ч лишь один

объект показывает уверенную переменность в 1.5 раза. Число переменных объектов вряд ли более 10 % (см. также [22]), и их следует искать по специальной программе обработки.

После отождествления источников в меридиане и азимуте для определения склонений вычислялась разность моментов прохождения источника в меридиане и азимуте 30° ($\Delta S^* = S_{Az}^* - S_{Мер}^*$). На рис. 11 представлена графическая зависимость $\Delta S^* = f(\delta_{вид})$ по опорным объектам.

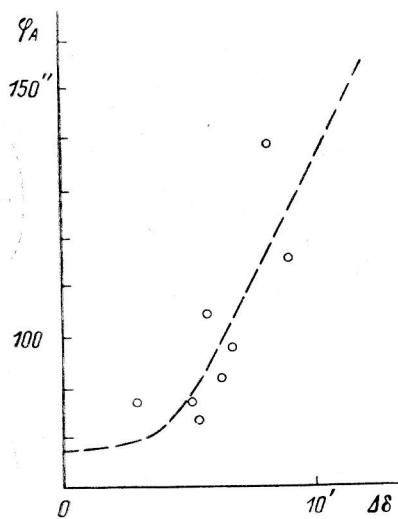


Рис. 9. Зависимость полуширины кривой прохождения от выноса источника по еклонению от оси диаграммы направленности $\Delta\delta$.

Для источника, имеющего склонение, близкое к центральному ($\delta = 4^\circ 57'$), величина $\Delta S^* = 1^h 19^m 50^s$. Источники, имеющие склонение $> 4^\circ 57'$ (выше оси диаграммы направленности), имеют ΔS^* меньшее, а со склонениями $< 4^\circ 57'$ имеют $\Delta S^* > 1^h 19^m 50^s$. Источники, отстоящие от оси дальше, чем $\pm 10'$, сильно расширяются, и антенная температура их падает, при этом точность измеренных координат ухудшается.

Задавая разность ΔS^* обнаруженного объекта и используя привязку к опорным объектам, определяем склонение источника. Затем по вычисленному склонению источника вводим поправку в прямое восхождение из графика, представленного на рис. 3.

5. Спектры радионисточников. Для 21 источника эксперимента «Холод» в интервале $16^h < \alpha < 17^h$ по новым наблюдениям на 100-м радиотелескопе (Эффельсберг) на частотах 4.75 и 10.7 ГГц (1986 г.) и данным эксперимента «Холод» были построены спектры радионисточников с использованием данных Техасского обзора

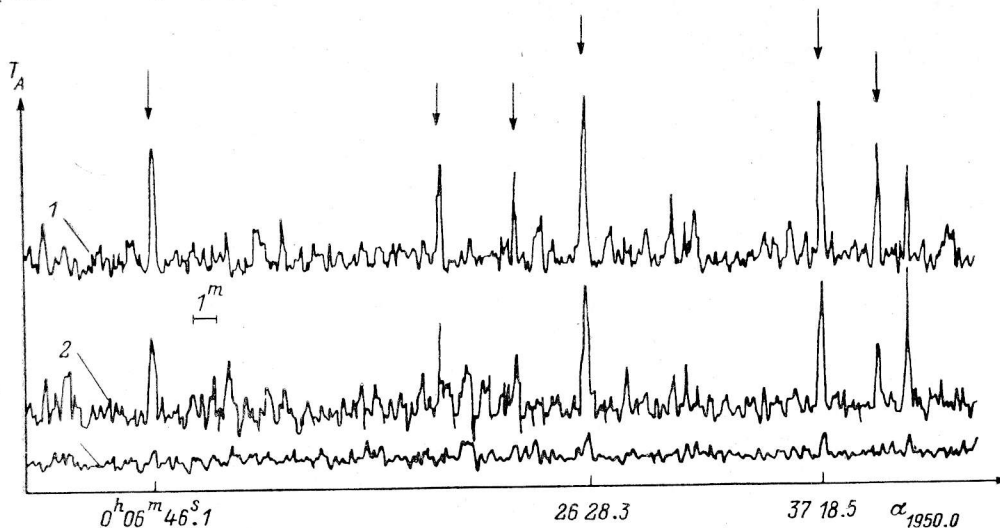


Рис. 10. Запись участка неба в интервале $0^h < \alpha < 0^h 40^m$.

1 — среднее по 12 дням наблюдений в цикле «Холод» (1980 г.); 2 — среднее по 7 дням в цикле «Холод-V» (1983 г.) запись той же области; 3 — полуразность кривых 1 и 2. По источникам, отмеченным стрелками, отношение $T_{A \text{ холI}}/T_{A \text{ холV}}$ составляет 1.114 ± 0.015 .

на частоте 365 МГц, данных на частоте 3.95 ГГц [9] и 7.7 ГГц [23]. В некоторых случаях использовались также данные других каталогов.

Как видно из табл. 4 и рис. 12, 11 объектов (№ 4, 7, 11, 14, 18, 20, 22, 28, 30, 31, 33) имеют нормальный спектр со средним спектральным индексом $\bar{\alpha} = 0.93 \pm 0.12$ ($P \propto \nu^{-\alpha}$). Источники № 16 и 38 обладают крутыми спектрами с $\alpha > 1.2$. Источники № 9, 36 имеют инверсионный, достаточно изученный спектр.

Они использовались в качестве опорных при определении плотностей потоков в интервале $16^h < \alpha < 17^h$. Источники № 3 и 6, по-видимому, также имеют инверсионный спектр по измерениям в Эффельсберге на двух частотах и на РАТАН-600. Источники № 8 и 26 отсутствуют в Техасском каталоге, полнота которого составляет 250 мЯн. Это может быть связано с укрупнением их спектра на высоких частотах. Объекты № 17 и 27 имеют, скорее всего, плоский спектр.

Таким образом, из рассмотренного 21 источника 6 объектов, по крайней мере, имеют плоский или инверсионный спектр, что согласуется с данными 13-го часа [5, 6]. Отметим, что средний спектральный индекс сильных источников со степенными спектрами составляет, как правило, $\bar{\alpha} = 0.7 \div 0.8$ [24]. Однако данные, полученные в настоящей работе ($\alpha = 0.93$), согласуются с выводами работы [25], в которой показано, что средний спектральный индекс, определенный на близких к нашему случаю частотах $\nu = 408$ МГц и 5 ГГц по большим выборкам источников разных обзоров после привязки плотностей потоков к единой шкале, составляет $\bar{\alpha} = 0.9 \pm 0.01$ в интервале $0.1 \text{ Ян} < P < 2 \text{ мЯн}$.

Таким образом, чем ниже плотности потоков источников со степенными спектрами, тем круче их спектр. Наши данные не противоречат общей тенденции уменьшения доли источников с плоскими спектрами с понижением плотности потока в обзорах на сантиметровых волнах [26].

6. Каталоги радиисточников. В табл. 5 приведен каталог источников в интервале прямых восхождений $16^h < \alpha < 17^h$. Обработка

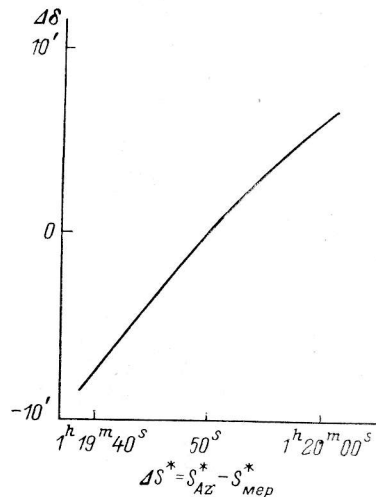


Рис. 11. Вынос источника по склонению от оси диаграммы направленности в зависимости от разности моментов прохождения его в меридиане и азимуте 30° .

данных проводилась аналогично тому, как это было сделано в работе [5]. Наблюдения были разбиты на две подгруппы, и осреднение было сделано по этим подгруппам, после чего вычислялась полусумма и полуразность этих осредненных кривых [2, 3]. Привязка индивидуальных записей по времени в каждой подгруппе осуществлялась по сильным источникам [27].

Как уже говорилось, прямое восхождение определялось по наблюдениям в меридиане после привязки к опорным объектам с учетом поправок, указанных выше. Склонения источников определялись по разности моментов прохождения в азимуте и меридиане. Значения прямых восхождений и склонений на эпоху 1950.0 приведены в столбцах 2 и 3 соответственно. В столбце 4 даны плотности потоков обнаруженных радиисточников, полученные следующим образом. По программе «гаусс-анализ» определены значения антенной температуры T_A , полуширины φ_A , произведение которых $T_A \varphi_A$ — величина, пропорциональная плотности потока P источника. После чего произведение $T_A \varphi_A$ корректировалось за вынос источника по склонению от центрального сечения диаграммы направленности. Известно, что при прохождении источника выше или ниже центрального сечения антенная температура уменьшается, полуширина увеличивается, а произведение $T_A \varphi_A$ падает пропорционально вертикальной диаграмме направленности элемента основной поверхности радиотелескопа. После введения этой поправки шкала плотностей потоков привязалась по источникам Техасского обзора, наблюдения которых были проведены в Эффельсберге на волне 6 см. В столбце 6 приведены значения спектрального индекса α .

Среднеквадратичная ошибка плотностей потоков и прямых восхождений представлена в табл. 5. Она вычислялась следующим образом. Были сделаны две независимые выборки осреднения (по 14 записей в каждой) и вычислены прямые восхождения и плотности потоков источников в каждой выборке. Затем определялись средние значения и среднеквадратичные отклонения от среднего значения плотностей потоков и пря-

ТАБЛИЦА 4

№	$\alpha_{1950.0}$	$\delta_{1950.0}$	P , мЯн	φ_A	Спектральный индекс
1	^h 15 59 56.0	^o 4 58 00.0	16	204''	
2	16 01 20.8	5 04 58.8	16	108	
3	16 02 42.1	5 07 22.6	36	290	инв
4	16 05 05.4	4 47 41.0	180	124	0.65
5	16 06 54.1	5 04 45.9	45	240	
6	16 07 47.0	4 56 43.8	18	70	инв
7	16 09 44.5	5 07 15.2	90	180	0.85
8	16 12 44.7	5 01 14.2	59	20	инв?
9	16 14 08.4	5 06 58.9	780	90	инв
10	16 16 38.7	5 03 35.0	35	P	инв?
11	16 18 04.6	4 54 40.5	25	140	0.84
12	16 20 39.0	4 55 49.4	21	270	
13	16 21 34.2	5 11 41.2	25	95	
14	16 22 28.0	4 50 34.0	37	140	0.91
15	16 23 50.7	5 02 50.0	22	P	
16	16 24 20.8	4 55 04.5	54	114	1.23
17	16 24 44.6	5 04 03.5	40	P	0.28
18	16 25 44.0	4 52 49.1	55	226	0.95
19	16 25 56.2	4 55 00.0	15	P	
20	16 28 39.6	5 09 42.1	39	110	0.98
21	16 32 14.8	5 12 15.0	74	180	
22	16 34 20.1	4 45 31.5	37	100	
23	16 36 03.3	4 55 47.9	163	120	0.91
24	16 36 52.2	4 54 49.2	36	104	
25	16 39 52.1	4 55 32.5	23	P	
26	16 41 00.5	4 58 11.7	36	83	инв?
27	16 41 29.8	4 54 58.5	32	89	0.35
28	16 42 02.5	4 57 11.1	45	86	1.01
29	16 42 49.1	5 04 40.0	37	60	
30	16 44 25.1	5 06 27.2	45	124	1.04
31	16 44 55.4	4 45 25.9	45	73	1.03
32	16 50 47.5	5 01 45.0	20	180	
33	16 51 26.9	4 49 00.0	84	200	1.08
34	16 52 52.0	4 59 45.0	48	112	
35	16 54 16.3	5 05 20.5	44	55	инв
36	16 55 43.2	4 56 40.0	30	22	1.31
37	16 56 07.5	5 19 07.0	1800	440	инв
38	16 57 26.5	4 55 21.7	43	180	

мых восхождений выделенных источников. Эти значения представлены в столбцах 2 и 3 табл. 5 соответственно. Поскольку каталог табл. 4 получен при усреднении всех 28 записей, то ошибки в P и α должны быть в $\sqrt{2}$ раз

ТАБЛИЦА 5

P , мЯн	$\sigma_P, R, \%$	σ_α, c	$\sigma_\alpha/\sqrt{2}, c$
1	2	3	4
1000—600	1.2	0.1	
500—100	2.5	0.1	
100—50	5.0	0.1	0.07
50—20	18.0	0.3	0.21
20—10	35.0	0.8	0.57
10	60.0	1.4	1.0

меньше. Однако после привязки к опорным объектам, взятым из каталога Дугласа, координатная точность ухудшается и составляет для источников с плотностью потока > 20 мЯн $\sigma_\alpha = \pm 0.35$ с. Ошибка по склонению больше, чем ошибка по прямому восхождению по причинам, которые обсуждались выше, и составляет $\sigma_\delta \approx 18''$ для точечных сильных источников и доходит до $1'$ для самых слабых протяженных объектов.

В табл. 6 и 7 приведены каталоги в интервале по прямому восхождению $4^h < \alpha < 5^h$ и $0^h < \alpha < 1^h$ соответственно. Наблюдения в этих интервалах проводились в дневное время и поэтому качество наблюдений оказалось хуже. Точность каталога четвертого часа составляет $\sigma_\alpha = 0.76$, $\sigma_\delta = 25''$. Возможны также ошибки в склонениях некоторых источников в табл. 6, связанные с ошибочным отождествлением источников в азимуте и меридиане.

Данные по источникам нулевого часа следует рассматривать только как предварительные.

Заключение. В настоящей работе приведен каталог объектов, зарегистрированных в эксперименте «Холод» в области $16^h < \alpha < 17^h$, $\delta = \delta_{SS} 433 \pm 10'$, их положение, плотность потока и для ряда источников спектры с привлечением специальных наблюдений с помощью 100-м параболоида и данных других авторов. Спектры радиоисточников, отождествленных с объектами Техасского обзора, как правило, крутые: $\alpha > 0.5$. Статистические данные по спектрам новых объектов, обнаруженных в обзоре «Холод», пока недостаточны для уверенных выводов о проценте крутых и плоских спектров.

В работе даны также предварительные списки объектов для той же полосы неба в интервале по прямому восхождению $0^h < \alpha < 1^h$, $4^h < \alpha < 5^h$.

Число объектов в этих списках оказалось равным 38 для $16^h < \alpha < 17^h$, 49 для $4^h < \alpha < 5^h$, в том числе новых — более 20 в интервале $16^h < \alpha < 17^h$.

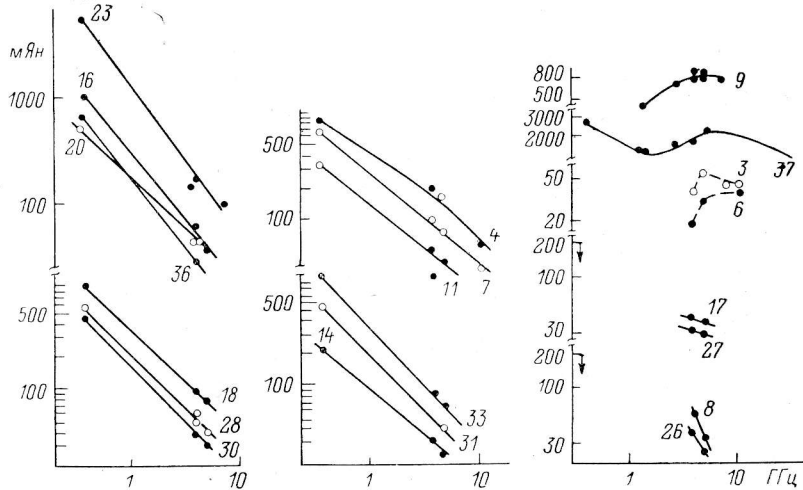


Рис. 12. Спектры некоторых радиоисточников глубокого обзора.

Номера на рисунке соответствуют номерам табл. 4.

около 40 в интервале $4^h < \alpha < 5^h$. Вместе с опубликованным ранее списком для области $13^h < \alpha < 14^h$ общее число новых объектов составило ~ 100 .

Для источников с медианным потоком ~ 40 мЯн поле ошибок в определении положения оказалось равным $\sigma_{\alpha} \sigma_{\delta} \approx 0.4 \times 0.5$, т. е. 200 кв. с дуги, а среднеквадратичная погрешность определения плотностей потоков для них около 10 %.

Показано, что в условиях эксперимента «Холод» при неподвижном вторичном зеркале и основной поверхности радиотелескопа РАТАН-600 точность определения моментов прохождения радиоисточников через диаграмму направленности радиотелескопа определяется практически полностью отношением сигнала к тепловому шуму радиометра. Для радиоисточников сильнее 100 мЯн могут проявиться дополнительные факторы (которые мы здесь не обсуждаем).

Точность определения плотностей потоков в таком режиме, как правило, также ограничена отношением сигнала к шуму радиометра, хотя статистика отклонений от среднего значения не подчиняется нормальному закону.

Достигнутая точность в определении моментов прохождения радиоисточников позволяет надеяться на возможность значительного улучшения координат радиоисточников, что остро необходимо для проведения отождествления их с оптическими и другими объектами.

К сожалению, определенные для слабых объектов экваториальные координаты (табл. 4) пока отягощены дополнительными ошибками, которые предстоит научиться учитывать.

Трудности корректного учета абберационных искажений диаграммы направленности заставляют либо избегать наблюдений с абберациями, либо отыскивать более эффективный метод их учета. Контроль аббераций, по-видимому,

ТАБЛИЦА 6

№	$\alpha_{1950.0}$	$\delta_{1950.0}$	P, мЯн	φ_A
1	^h 3 58 58.6	^o 4 52 59.6	413	P
2	4 00 07.8	4 59 42.8	119	45'
3	4 00 05.9	4 44 04.1	4	P
4	4 00 51.8	4 49 59.3	50	69
5	4 01 47.9	5 00 49.5	60	67
6	4 01 46.8	4 53 29.6	58	50
7	4 02 20.2	4 51 25.2	33	28
8	4 07 20.6	4 39 34.1	42	31
9	4 08 24.3	4 17 21.3	23	80
10	4 09 09.6	4 44 53.1	40	80
11	4 10 02.5	4 28 32.8	60	48
12	4 10 51.9	4 47 41.5	21	71
13	4 11 40.2	5 10 30.1	52	P
14	4 12 48.5	4 38 59.9	24	59
15	4 13 31.8	4 20 41.9	42	100
16	4 14 04.4	4 40 09.6	20	100
17	4 14 51.2	5 08 39.9	30	100
18	4 15 05.8	5 17 22.8	206	100
19	4 16 39.6	4 45 33.8	52	P
20	4 17 19.2	4 32 18.2	30	24
21	4 19 14.6	4 54 53.8	28	45
22	4 19 14.8	4 30 09.6	28	45
23	4 20 18.9	4 49 46.1	37	55
24	4 20 53.6	4 49 39.6	39	77
25	4 23 36.9	4 59 03.8	270	280
26	4 23 40.6	4 45 38.9	400	280
27	4 23 52.6	4 52 55.3	400	280
28	4 23 55.9	5 16 40.0	1320	280
29	4 25 06.4	4 50 32.9	480	52
30	4 25 08.6	4 50 56.6	379	113
31	4 30 24.5	5 09 40.9	1583	348
32	4 30 36.7	5 15 26.4	6380	466
33	4 33 35.4	5 01 49.5	57	61
34	4 33 32.9	4 44 36.5	19	19
35	4 36 18.3	5 11 29.5	119	73
36	4 41 38.5	4 56 12.0	85	63
37	4 42 49.2	4 44 24.3	48	31
38	4 45 27.7	4 43 59.2	45	52
39	4 46 02.6	4 23 20.1	69	63
40	4 49 28.4	4 19 36.5	30	104
41	4 50 42.1	5 04 14.2	129	141
42	4 52 09.3	4 40 32.2	25	134
43	4 53 28.4	5 01 04.8	40	P
44	4 54 36.04	4 24 40.1	42	59
45	4 55 12.3	4 46 33.4	70	63
46	4 55 34.4	5 00 30.9	180	75
47	4 55 42.0	4 41 55.8	42	31
48	4 56 25.8	4 51 34.9	130	97
49	4 56 23.0	4 44 30.7	10	97

ТАБЛИЦА 7

№	$\alpha_{1950.0}$	$\delta_{1950.0}$	P, мЯн	φ_A
1	^h 00 01 14.3	^o 4 32'55''	21	190''
2	00 01 56.0	4 47 26	33	150
3	00 02 28.4	4 49 15	15	170
4	00 03 30.3	4 55 57	50	140
5	00 06 13.6	4 38 19	52	P
6	00 06 46.1	4 48 18	84	170
7	00 06 49.3	4 43 16	36	P
8	00 07 05.8	4 34 49	130	P
9	00 08 40.7	4 46 42	15	200
10	00 09 36.1	4 43 12	21	44
11	00 11 02.0	4 54 52	42	120

ТАБЛИЦА 7 (продолжение)

№	$\alpha_{1950.0}$	$\delta_{1950.0}$	P, мЯн	ЭА
12	00 11 30.3	4 58 35	20	97
13	00 11 25.3	4 41 00	13	46
14	00 12 38.9	4 50 03	58	P
15	00 12 47.2	4 44 26	30	90
16	00 13 33.8	4 50 25	15	180
17	00 14 10.7	4 48 36	15	190
18	00 14 52.1	4 47 34	15	60
19	00 15 24.7	5 00 07	120	260
20	00 17 07.4	4 44 00	18	120
21	00 17 30.2	4 42 33	12	70
22	00 18 03.3	4 53 11	19	170
23	00 18 38.6	4 43 51	12	230
24	00 19 51.3	4 45 32	69	70
25	00 22 42.8	4 50 25	31	80
26	00 22 58.8	5 00 24	21	80
27	00 23 15.5	4 46 11	75	34
28	00 23 36.1	4 37 22	54	60
29	00 24 30.0	4 52 41	54	180
30	00 24 27.8	4 43 25	15	80
31	00 24 54.3	4 47 39	18	170
32	00 26 28.3	4 52 19	232	190
33	00 27 23.0	4 52 15	38	60
34	00 27 34.5	4 49 46	27	190
35	00 29 18.5	4 52 54	54	180
36	00 30 10.7	4 45 10	21	P
37	00 30 22.2	4 46 20	57	106
38	00 31 00.7	4 44 44	36	54
39	00 31 24.8	4 49 11	42	220
40	00 34 58.8	4 30 00	18	220
41	00 35 51	4 30 35	18	190
42	00 36 39.9	5 01 13	30	130
43	00 37 18.5	4 40 04	174	220
44	00 37 41.4	4 40 47	54	60
45	00 39 13.1	4 33 34	127	130
46	00 39 51.9	4 48 18	39	240
47	00 39 49.4	4 36 20	315	P
48	00 40 21.2	4 35 54	66	80
49	00 40 38.0	4 46 24	18	60
50	00 40 56.1	4 57 43	13.5	30
51	00 41 11.7	4 46 25	72	60
52	00 43 20.4	4 35 11	108	P
53	00 43 37.8	4 46 02	9	30
54	00 48 42.8	4 52 27	59	400
55	00 50 16.4	4 41 01	30	150
56	00 51 25.8	4 53 42	33	220
57	00 53 06.9	4 49 02	39	200
58	00 54 09.6	4 40 39	24	P
59	00 54 24.2	4 42 41	12	220
60	00 55 04.5	4 42 11	12	P
61	00 55 24.9	4 40 52	100	70
62	00 56 15.6	4 48 18	9	220
63	00 57 10.8	4 41 00	100	30

следует производить по более мощным радиоисточникам, чем это было сделано нами по случайно попавшим в поле зрения источникам с известными координатами. Мы предполагаем для этой цели привлечь более сильные объекты, с плотностью потока порядка 1 Ян. Для уменьшения влияния погрешностей измерения моментов прохождения на погрешности в определении склонений предполагается (по крайней мере для радиоисточников средней интенсивности) провести дополнительные наблюдения в более широком интервале азимутных углов. Как следует из проведенного анализа, теоретическое поле ошибок в определении координат (а следовательно, и глубина оптических отождествлений) пропорционально квадрату отношения сигнала к шуму. Поэтому прогресс в этом направлении полностью определяется чувствительностью приемно-измерительных комплексов. Результаты радиоастрометрических наблюдений на РАТАН-600 очень

сильных объектов изложены в работах [28, 29]. Настоящая работа является частью работы большого коллектива авторов, связанных стремлением найти наиболее эффективные пути улучшения качества наблюдательного материала при исследовании слабых радиисточников на РАТАН-600. Авторы выражают благодарность Н. Е. Гольневой и Г. В. Ефановой за помощь в обработке данных наблюдений.

Литература

1. Эксперимент «Холод». Первый глубокий обзор неба на телескопе РАТАН-600 / А. Б. Берлин, Л. Г. Гассанов, В. Я. Гольнев и др. // Сообщ. САО. 1984. 41. С. 4—85; 42. С. 5—74.
2. Глубокий обзор неба на волне 7.6 см с помощью радиотелескопа РАТАН-600 / А. Б. Берлин, Е. В. Булаенко, В. Я. Гольнев и др. // Письма в Астрон. журн. 1981. 7, № 5. С. 290.
3. Прямые восхождения и склонения радиисточников с плотностью потоков более 8 мЯн в области $13^h < \alpha < 14^h$, $\delta = 5^\circ 10'$ / А. Б. Берлин, Е. В. Булаенко, В. В. Витковский и др. // Письма в Астрон. журн. 1983. 9, № 4. С. 211—213.
4. Search for small scale anisotropy of the emission of the Universe / A. B. Berlin, E. V. Bulaenko, V. V. Vitkovskij et al. // IAU Symp. N 104. 1983. P. 121—124. D. Reidel Publ. Comp., Dordrecht Holland // Early Evolution of the Universe and its present structure / Ed. Go Abell, G. Chihcarini.
5. Радиисточники глубокого обзора неба на РАТАН-600: Комплексные исследования объектов с прямыми восхождениями $13^h < \alpha < 14^h$ в Эффельсберге, в Тонанцинтла и на РАТАН-600 / Р. Вилебинский, Ю. Н. Парийский, В. В. Витковский и др. // Письма в Астрон. журн. 1985. 11, № 6. С. 403—414.
6. Radio sources of deep sky survey with the RATAN-600: Complex investigations of the 13^h objects in Effelsberg, Tonanzintla and the RATAN-600 / R. Wielebinski, Yu. N. Parijskij, V. V. Vitkovskij et al. // Preprint Special Astrophysical Observatory of USSR. 1985. Nr 161. P. 2—24.
7. Парийский Ю. Н., Корольков Д. В. Эксперимент «Холод». Первый глубокий обзор неба с помощью радиотелескопа РАТАН-600 // Итоги науки и техники. 1986. Т. 31. С. 73—197. Астрофизика и космическая физика / Под ред. Р. А. Сюняева. М.: ВИНТИ (Госкомитет по науке и технике).
8. Parijskij Yu. N., Korol'kov D. V. The First Deep Sky Survey Using the RATAN-600 Radio Telescope // Astrophysics and Space Reviews Scientific Reviews Section E / Ed. R. A. Syunyaev Vol. 5. P. 1—400. London: Harwood Academic publishers, 1986. Vol. 5. P. 1—400.
9. Зеленчукский обзор неба на частоте 3.9 ГГц в диапазоне склонений $0^\circ - 9^\circ$ / В. Р. Амирханян, А. Г. Горшков, А. А. Капустин и др. // Сообщ. САО. 1985. 47. С. 5.
10. Иванов Л. Н. Алгоритм оптимального автоматического гаусс-анализа наблюдательных данных // Астрофиз. исслед. (Изв. САО). 1979. 11. С. 213—219.
11. Витковский В. В. Прямые восхождения ~ 1000 слабых объектов в полосе глубокого обзора неба на волне 7.6 см с помощью РАТАН-600. Результаты машинного анализа с помощью ИВК-2 // XV Всесоюз. конф. по галактической и внегалактической радиоастрономии, 1983, 11—13 октября: Тез. докл. С. 24.
12. Kellerman K. I., Formanont E. B., Wall I. W., New Limits of the small scale fluctuations in the cosmic background radiation // IAU Symp., 1983, N 104, p. 125—126. D. Reidel Publ. Comp., Dordrecht Holland // Early Evolution of the Universe and its present structure / Ed. Go Abell, Chihcarini.
13. Дуглас Дж. Каталог источников на частоте 365 МГц в полосе $5^\circ \pm 3^\circ$. Частное сообщ.
14. Dixon R. S. A master list of radio sources // Aph. J. Suppl. Ser. 1970. Vol. 20, nr 180. P. 1—7.
15. Поляризационные характеристики радиотелескопа РАТАН-600 с учетом аббераций / Н. А. Есенина, Н. С. Бахвалов, Б. А. Васильев и др. // Астрофиз. исслед. (Изв. САО). 1980. 12. С. 106—124.
16. Парийский Ю. Н. Результаты исследований одномерных изображений ярких радиисточников в Пулкове и перспектива двумерной и трехмерной радиоастрономии: Докт. дис. Л., 1969.
17. Радиотелескоп РАТАН-600 в режиме низких собственных шумов / А. Б. Берлин, Л. Г. Гассанов, Д. В. Корольков и др. // Радиотехника и электроника. 1982. XXVII, № 7. С. 1268—1273.
18. Определение плотностей потоков радиисточников на комплексе широкополосных радиометров сплошного спектра радиотелескопа РАТАН-600 / К. А. Алякберов, М. Г. Мингалиев, М. Н. Наугольная и др. // Астрофиз. исслед. (Изв. САО). 1985. 19. С. 60.
19. Определение склонений некоторых внегалактических радиисточников с помощью БПР / Ю. Н. Парийский, Г. А. Новожилова, В. Я. Гольнев и др. // Радиофизика. Изв. вузов. 1964. Т. 8, № 1. С. 183—185.
20. Соболева Н. С., Шиврис О. Н. О возможности наблюдений на антеннах переменного профиля источников с различными высотами при неподвижном облучателе // Сообщ. САО. 1974. 12. С. 51—63.
21. Повышение точности и эффективности наблюдений на РАТАН-600 с помощью

- режима неподвижного фокуса / Н. С. Соболева, А. В. Темирова, В. В. Витковский и др. Препринт САО. 1986. № 32 Л.
22. Taylor A. R., Gregory P. C. Radio patrol of the Northern Milky Way: A catalog of sources I // *Astron. J.* 1983. Vol. 88, nr 12. P. 1784.
 23. Глубокий обзор радиоисточников на частоте 7.7 ГГц на радиотелескопе РАТАН-600 / В. В. Витковский, А. Г. Горшков, А. В. Ипатов. Препринт САО. 1984. № 12 Л.
 24. Галактическая и внегалактическая радиоастрономия / Под ред. Келлермана К. И., Верскера Г. Л. М.: Мир, 1976. С. 496.
 25. Karahi V. K., Kulkarni V. K. The spectral in dex-flux density relation at 408 mHz and cosmological evolution of extragalactic radio sources // *Astron. & Astrophys.* 1986. Vol. 165. P. 39—44.
 26. Гольнев В. Я., Парийский Ю. Н. Прямые восхождения, структура, спектры 20 внегалактических источников по наблюдениям в Пулковке на волне 6.4 см // *Астрон. журн.* 1965. 42, № 2.
 27. Измерение координат слабых радиоисточников на РАТАН-600 / Липовка Н. М., Витковский В. В., Львов В. К., Бурсов Н. Н. Препринт САО. 1986. № 35 Л. С. 2—14.
 28. Исследование инструментальной системы Северного сектора РАТАН-600 / Афанасьева П. М., Пинчук Г. А., Пожалов А. А., Фомин В. А. Препринт САО. 1984. № 14 Л.
 29. Экспериментальные определения прямых восхождений Меркурия на РАТАН-600 / П. М. Афанасьева, В. А. Фомин, Ю. К. Зверев и др. // *Астрофиз. исслед. (Изв. САО)*. 1979. 11. С. 226.

Поступила в редакцию 19 декабря 1986 г.