

## КАТАЛОГ ПРОФИЛЕЙ ЛИНИИ ПОГЛОЩЕНИЯ HI В СПЕКТРАХ ГАЛАКТИЧЕСКИХ РАДИОИСТОЧНИКОВ. II. ТОНКАЯ СТРУКТУРА ЛИНИИ ПОГЛОЩЕНИЯ

З. А. Алферова, А. П. Венгер, И. В. Госачинский,  
С. Р. Железков, Н. П. Комар

Для 32 галактических радиоисточников приведены карты распределения относительного поглощения линии HI в зависимости от прямого восхождения и лучевой скорости с угловым разрешением 2' и разрешением по лучевым скоростям 6.3 км/с. Для 26 радиоисточников такие данные получены впервые.

Fractional absorption maps are presented for 32 galactic radio sources in coordinates of right ascension and radial velocity, with 2' angular resolution and 6.3 km/s velocity resolution. The data for 26 radio sources of such type have not been yet obtained.

Исследования линии поглощения HI с высоким угловым разрешением позволяют получить данные о наиболее плотных и холодных облаках межзвездного газа. Высокое угловое разрешение антенны облегчает также выделение неоднородностей фона линии излучения HI — основного источника ошибок при измерении линии поглощения. В настоящее время имеется немногим больше десятка работ, выполненных с системами апертурного синтеза (из них четыре сделаны на VLA), в которых получены карты распределения линии поглощения HI по дискам протяженных радиоисточников, чаще всего — высокоширотных. Если учесть, что характеристики облаков межзвездного газа скорее всего зависят от долготы или от расстояния от центра Галактики, нельзя не признать, что этого материала явно недостаточно.

В настоящей работе мы приведем результаты исследования линии поглощения HI с угловым разрешением 2', полученные на радиотелескопе РАТАН-600 для 32 галактических радиоисточников.

**Аппаратура и методика.** Аппаратура и методика наблюдений и обработки подробно описаны в первой статье этого цикла [1]. Основные параметры аппаратуры следующие

Угловое разрешение антенны	2' × 130'
Эффективная площадь	850 м <sup>2</sup>
Шумовая температура системы	90 К
Разрешение по лучевым скоростям	6.3 км/с
Постоянная времени выходных устройств	6 с
Полоса обзора лучевых скоростей	240 км/с
Чувствительность по антенной температуре (после осреднения трех наблюдений)	0.5—0.25 К

Выделение сигнала линии поглощения ( $\Delta T_A$ ) на кривых прохождения в каждом спектральном канале производилось с помощью интерполяции сигнала на месте источника непрерывного спектра с помощью полиномов 3-й или 5-й степени. После этого реальность полученного сигнала проверялась по ряду критериев (см. [1]). Затем на каждой лучевой скорости строилась зависимость величины относительного поглощения  $\Delta T_A/T_{AC}$  (где  $T_{AC}$  — антенная температура источника в непрерывном спектре) от прямого восхождения и результат изображался в виде изофот в координатах прямое восхождение—лучевая скорость.

Как известно, относительное поглощение связано с оптической толщиной следующим соотношением:

$$\tau = -\ln(1 - \Delta T_A / T_{AC}).$$

**Каталог распределения линии поглощения по источникам.** Изофоты распределения относительного поглощения по источникам приведены на рис. 1—29. Шаг изофот составляет 0.2, за исключением рис. 11, 13 и 14, где он равен 0.1. Галактические координаты источников и их названия приведены на верху каждой картинке. Лучевые скорости — относительно местного стандарта покоя, прямое восхождение возрастает справа налево (за исключением рис. 5 и 17). Крестиками на изофотах отмечены облака HI, подробное обсуждение которых будет сделано в следующей работе этого цикла.

В нижней части каждой картинке приведено распределение по источнику среднеквадратичной ошибки  $\sigma$  измерения величины относительного поглощения  $\Delta T_A / \Delta T_{AC}$ . Эта величина определяется среднеквадратичной ошибкой измерения сигнала в спектральных каналах  $\sigma(\Delta T_A)$ , зависящей от количества наблюдений, взятых в средние, и шумовой температуры системы на высоте источника. Среднеквадратичной ошибкой измерения  $T_{AC}$  мы пренебрегаем, поскольку она примерно в 20 раз меньше  $\sigma(\Delta T_A)$ .

Следует заметить, что фактическая ошибка измерения относительного поглощения определяется еще и флуктуациями излучения фона, которые не отрабатываются интерполяционными полиномами. Эти флуктуации могут привести также к появлению на изофотах ложных облаков. Оценить эту ошибку очень трудно, и проверка реальности отмеченных на рис. 1—29 облаков будет проведена в следующей работе этого цикла.

Шесть объектов из нашего списка были исследованы разными авторами с высоким угловым разрешением с помощью систем апертурного синтеза. Интересно сравнить результаты этих работ с нашими данными. При этом, однако, следует иметь в виду следующее. Во-первых, как правило, эти работы делались с гораздо более высоким разрешением по лучевым скоростям. Во-вторых, данные этих авторов приведены обычно в виде изофот в координатах ( $\alpha - \delta$ ) на небольшом количестве лучевых скоростей. Оба этих обстоятельства затрудняют прямое сравнение с нашими данными.

Карты распределения оптической толщины HI для четырех источников приведены в работе [2] с разрешением  $2' \times 2' \times 0.85$  км/с.

а) W 12 (NGC 2024). Распределение  $\tau$  (HI) по источнику приведено лишь интегрально для всего профиля и для его высокоскоростной компоненты. Сравнение его с нашей картой (рис. 81) показывает их удовлетворительное согласие (две детали в распределении  $\tau$ , сходная зависимость лучевой скорости от координаты).

б) W 49. Двойной источник с богатыми профилями по лучевой скорости, но бедный деталями малого углового размера. Наши данные (рис. 12) подтверждают это обстоятельство и демонстрируют общее согласие с распределением  $\tau$  на многих лучевых скоростях (+6.7, +13.5, +18.5, +40.5, +64.1, +69.2).

в) Орион А. Сравнить данные по этому источнику трудно, так как здесь наше разрешение по лучевым скоростям явно недостаточно, тем более что в [2] для этого объекта приведены не изофоты, а профили. Однако изофоты интегральных характеристик профиля линии поглощения хорошо соответствуют нашим данным. (См. также интерпретацию наших результатов в работе [3]).

г) W 38 (M 17). Распределение  $\tau$  (HI) по этому источнику имеет некоторые интересные особенности, подробно исследованные нами ранее [4, 5]. Данные работы [2] и наша карта (рис. 5) в общем подтверждают эти характеристики.

Карты линии поглощения HI для источника W 3 получены в работе [6] с разрешением  $1.5' \times 1.7' \times 4$  км/с. К сожалению, сравнить эти данные с нашей картой (рис. 16) невозможно, поскольку они приведены в координатах лучевая скорость—склонение всего лишь для трех прямых восхождений в пределах этого сложного источника.

И наконец, тонкая структура поглощения HI изучена в источнике 3C 10 с разрешением  $25'' \times 28'' \times 3.6$  км/с [7]. Общий характер профиля линии погло-

Изофоты распределения относительного поглощения по источникам.

Галактические координаты и названия источников приведены на верху картинок. Лучевые скорости относительно местного стандарта покоя. Крестиками отмечены облака HI.

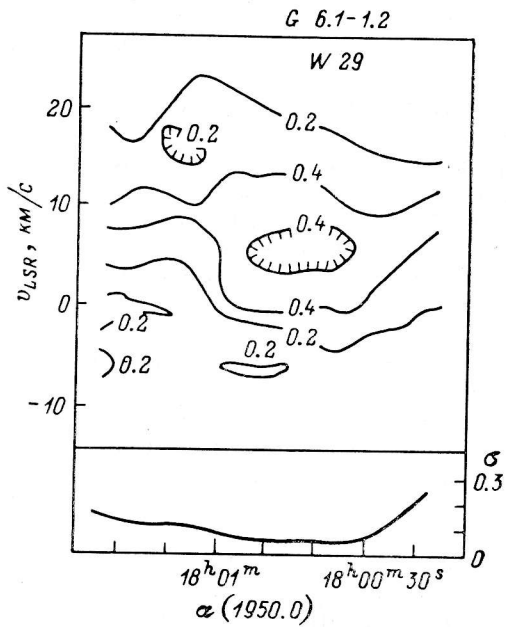


Рис. 1.

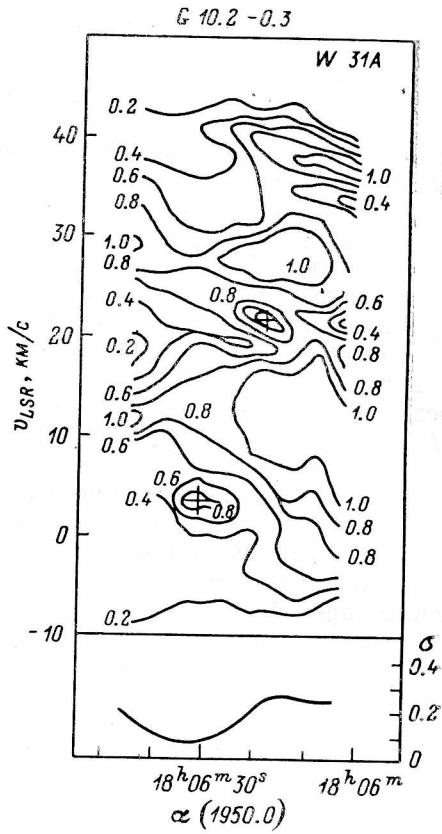


Рис. 2.

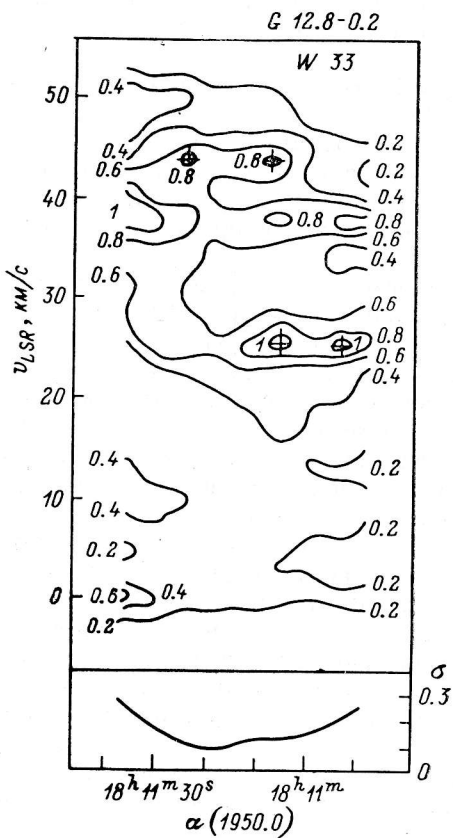


Рис. 3.

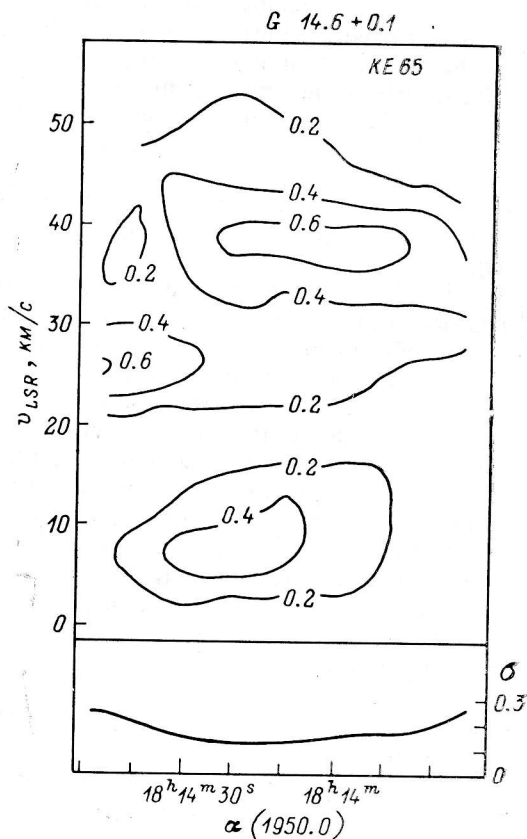
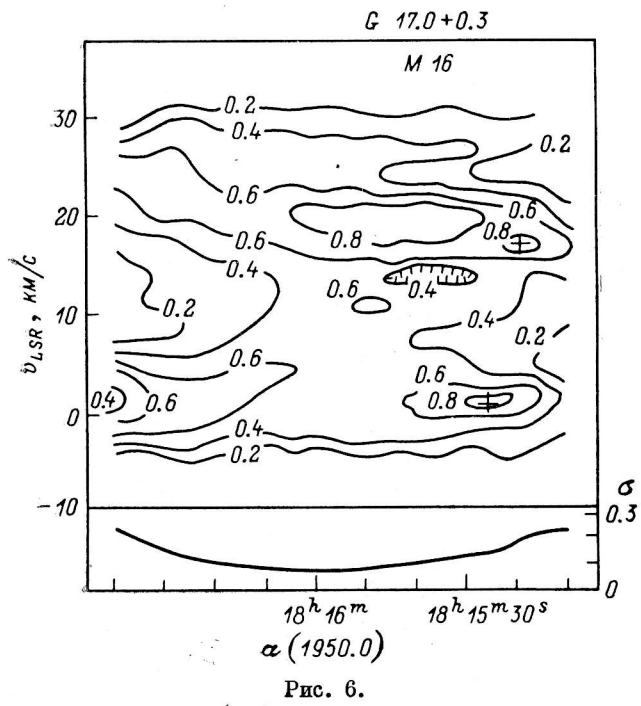
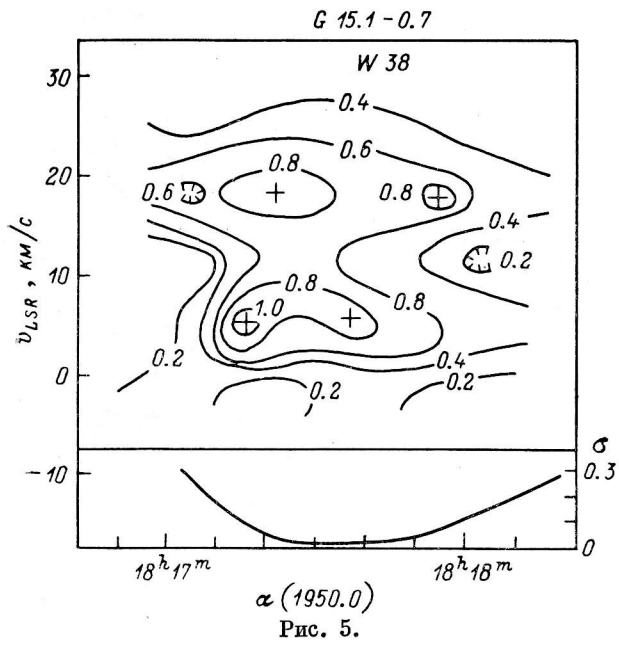


Рис. 4.



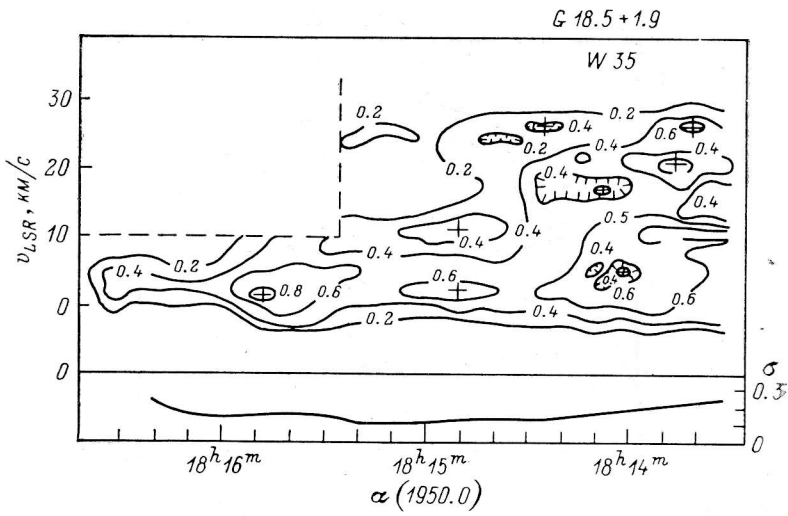


Рис. 7.

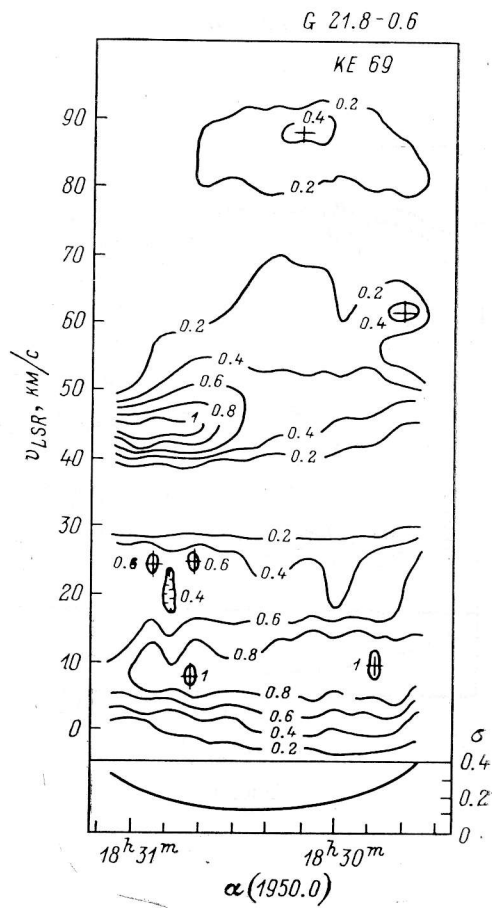


Рис. 8.

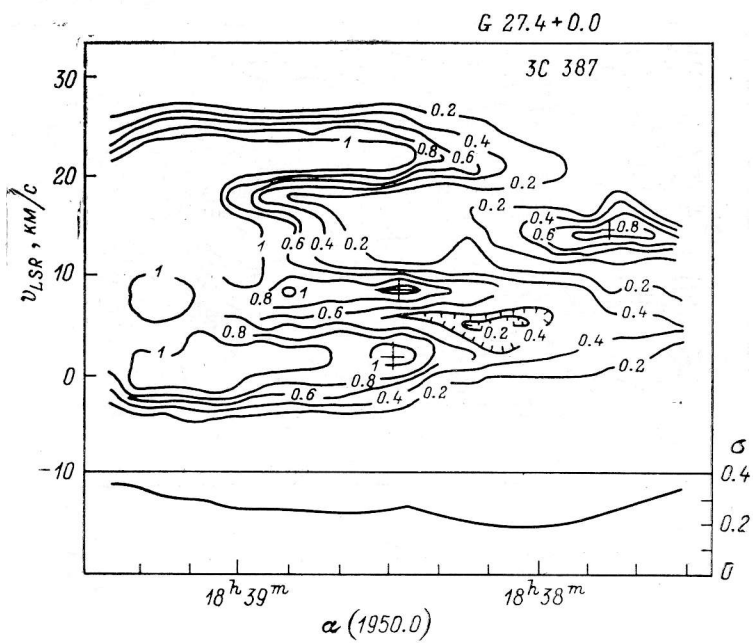


Рис. 9.

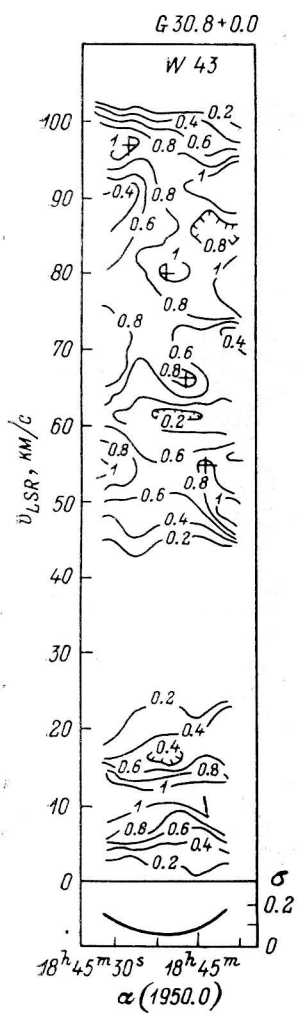


Рис. 10.

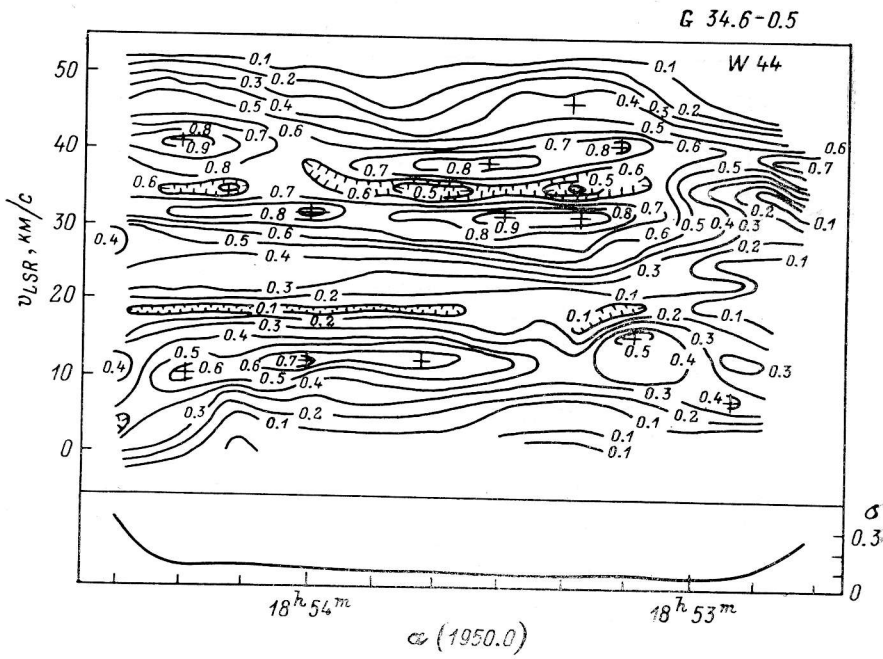


Рис. 11.

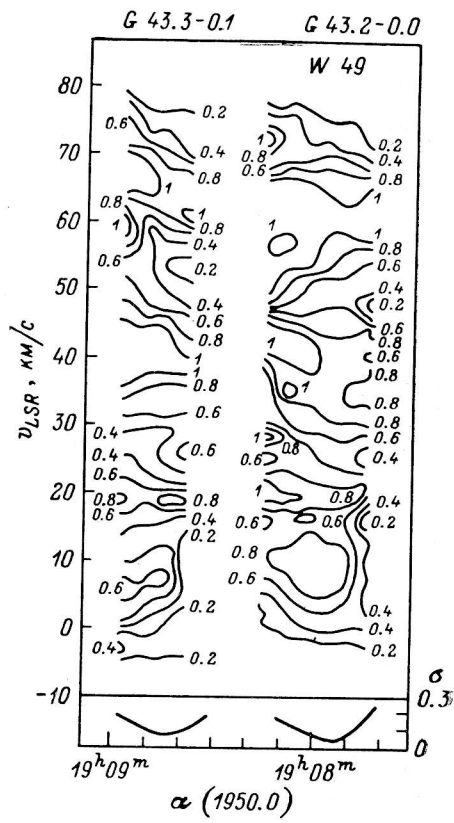


Рис. 12.

G 49.2-0.4

G 48.9-0.3

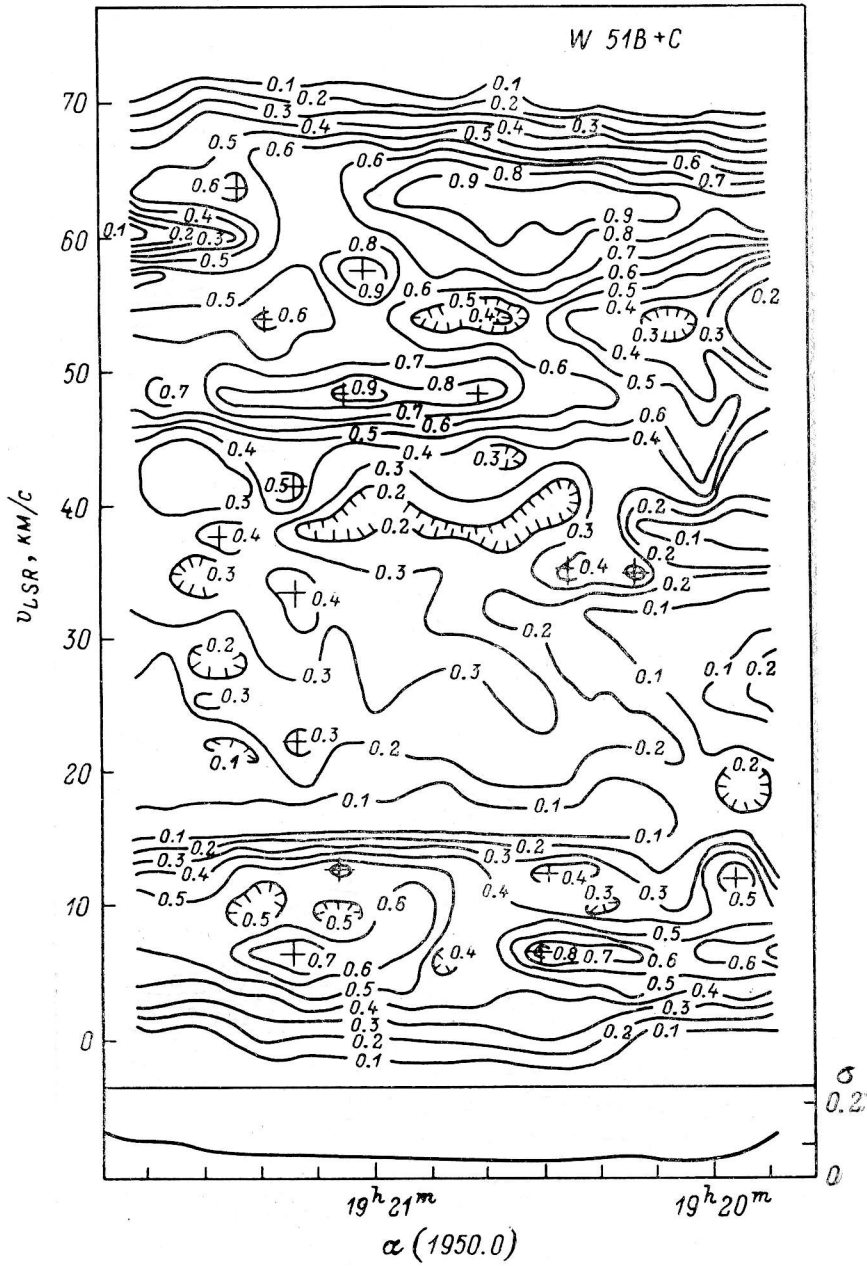


Рис. 13.



G 49.5-0.4

G 49.4-0.3

W 51A

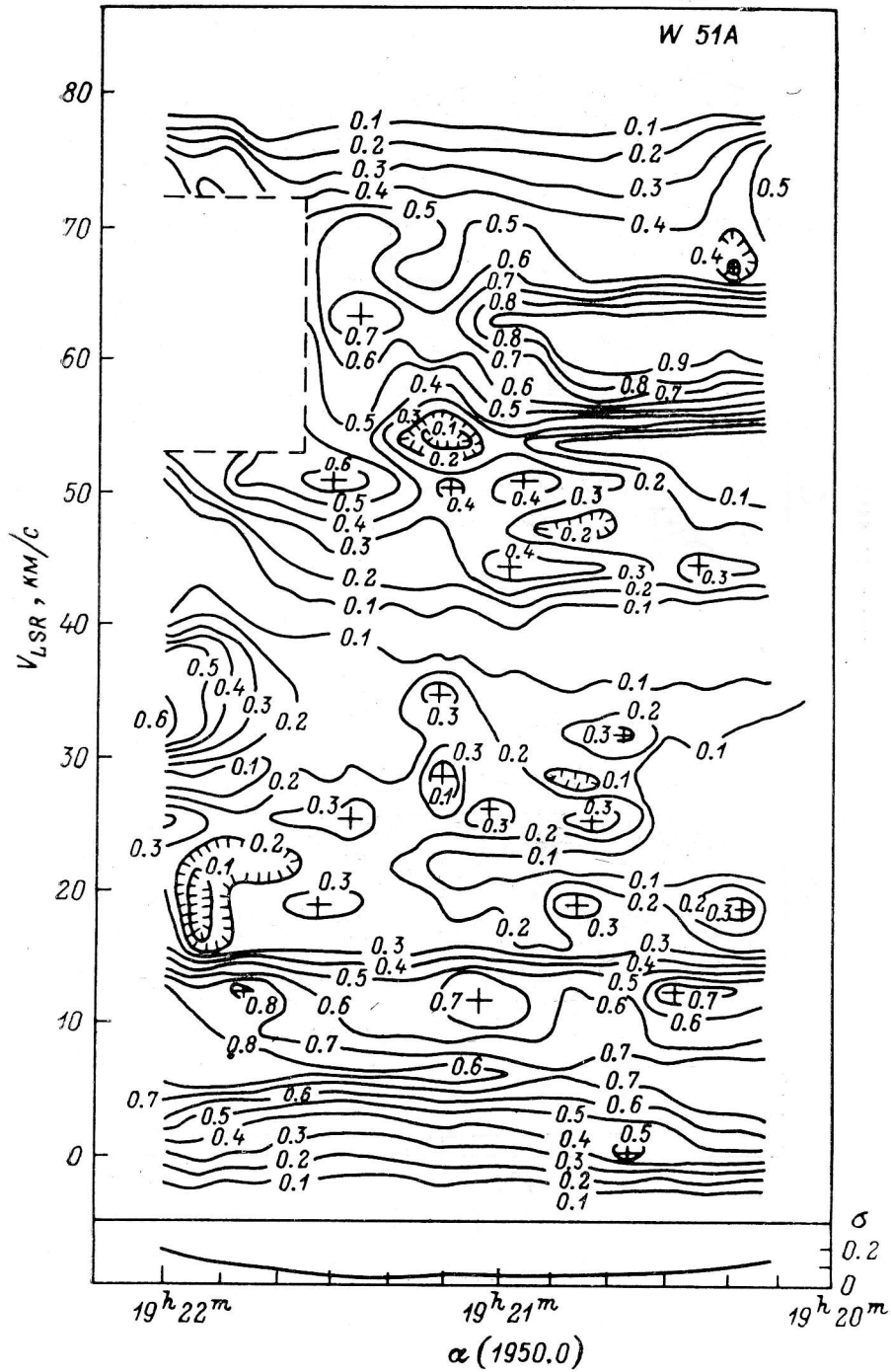


Рис. 14.

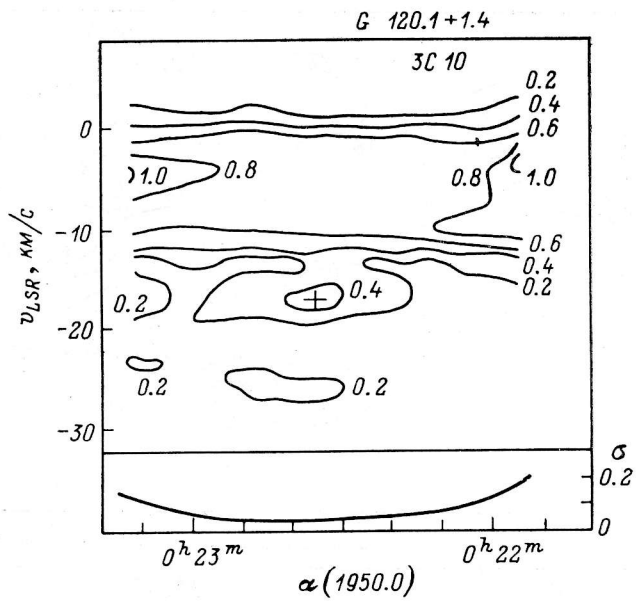


Рис. 15.

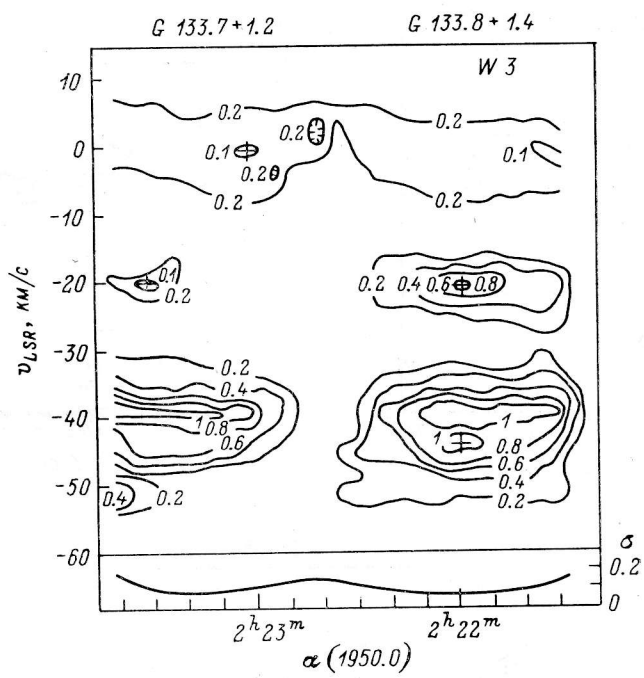


Рис. 16.

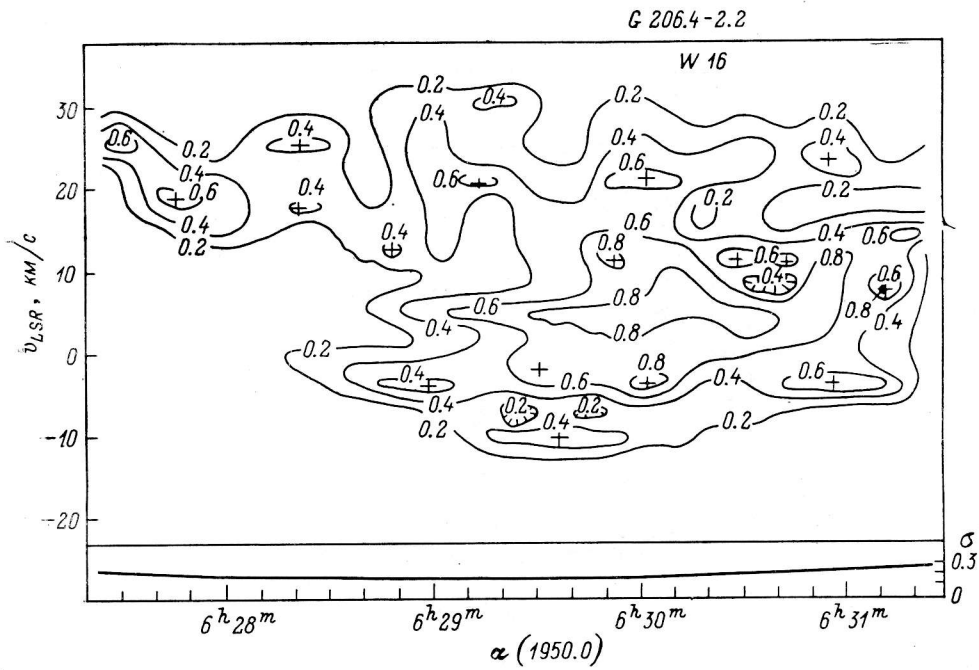


Рис. 17.

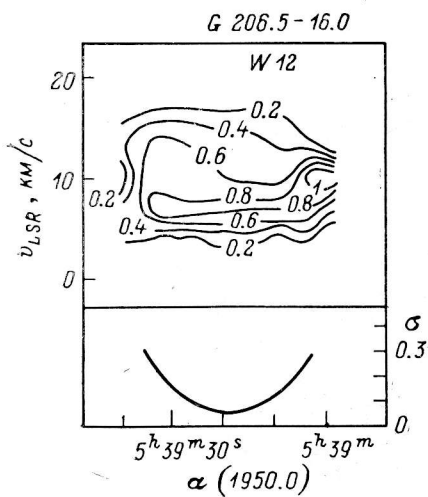


Рис. 18.

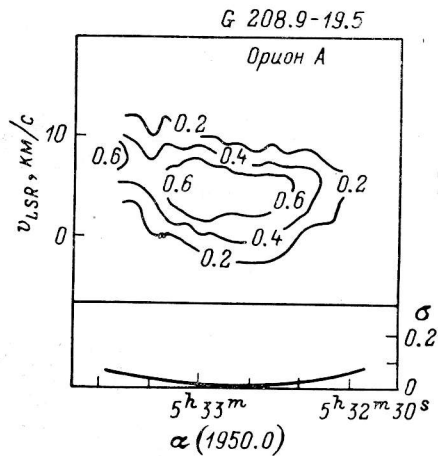


Рис. 19.

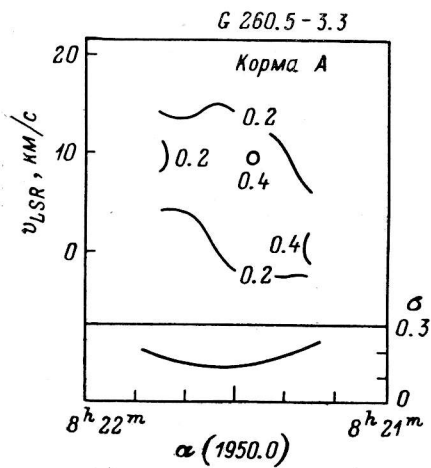


Рис. 20.

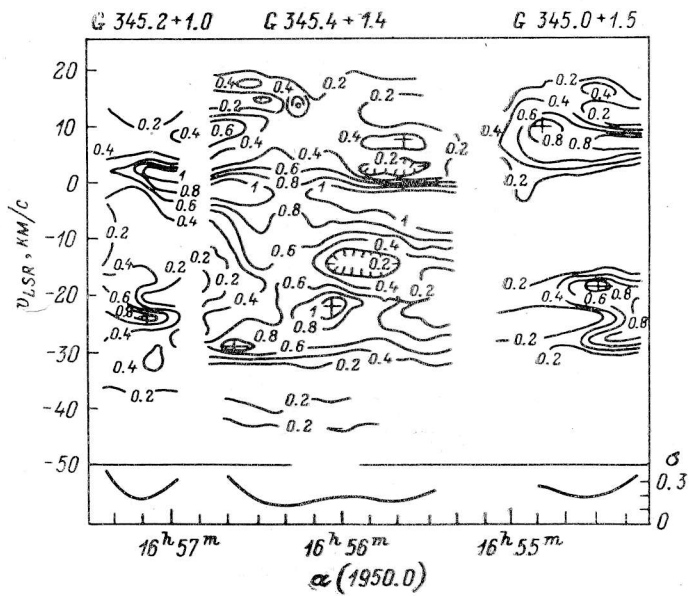


Рис. 21.

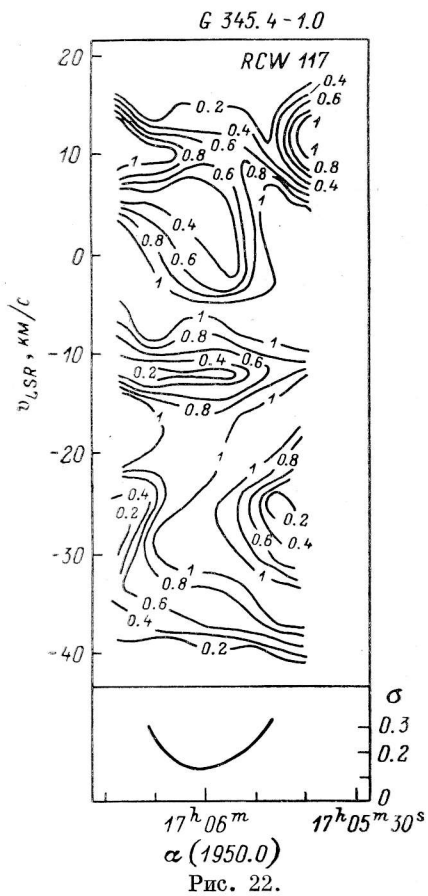


Рис. 22.

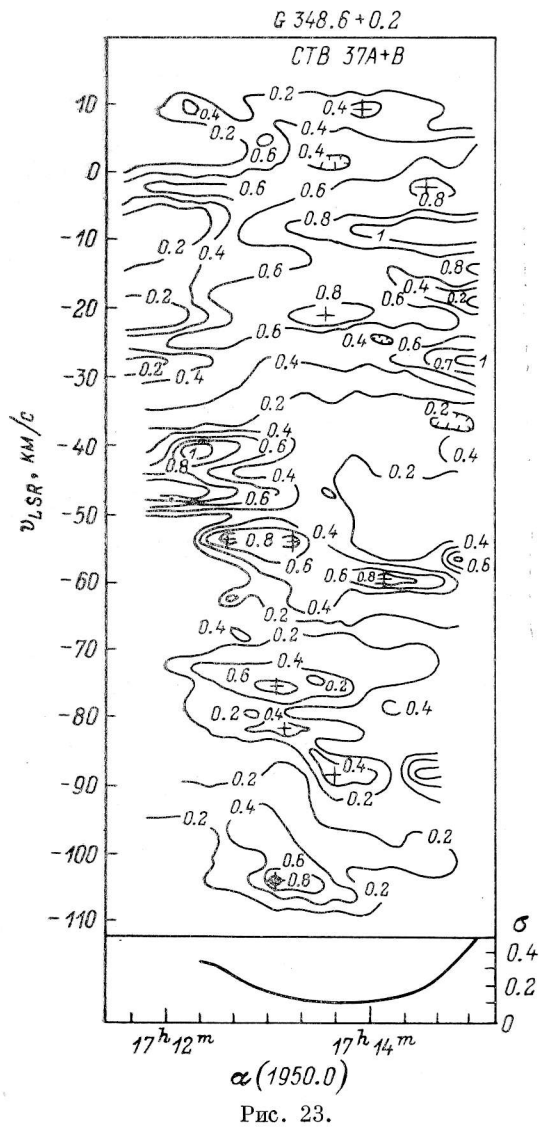


Рис. 23.

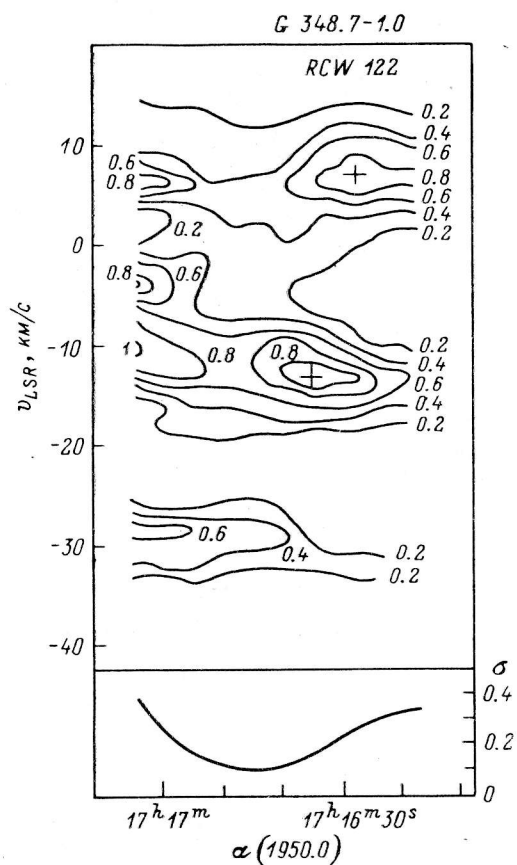


Рис. 24.

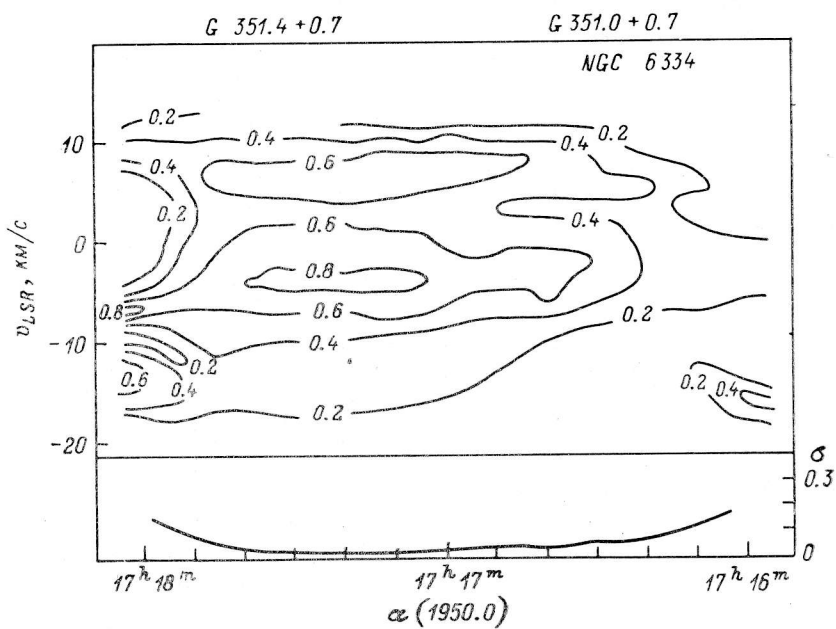


Рис. 25.

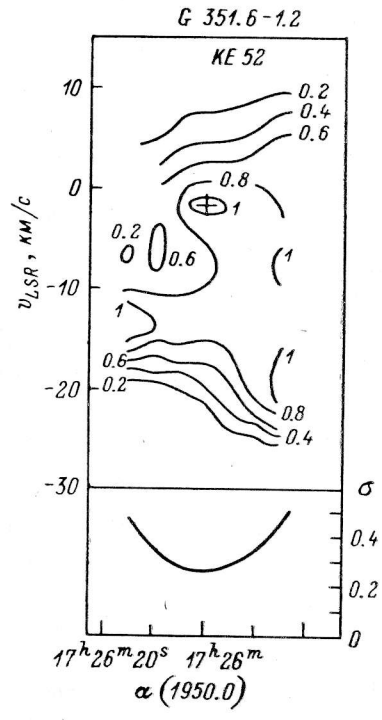


Рис. 26.

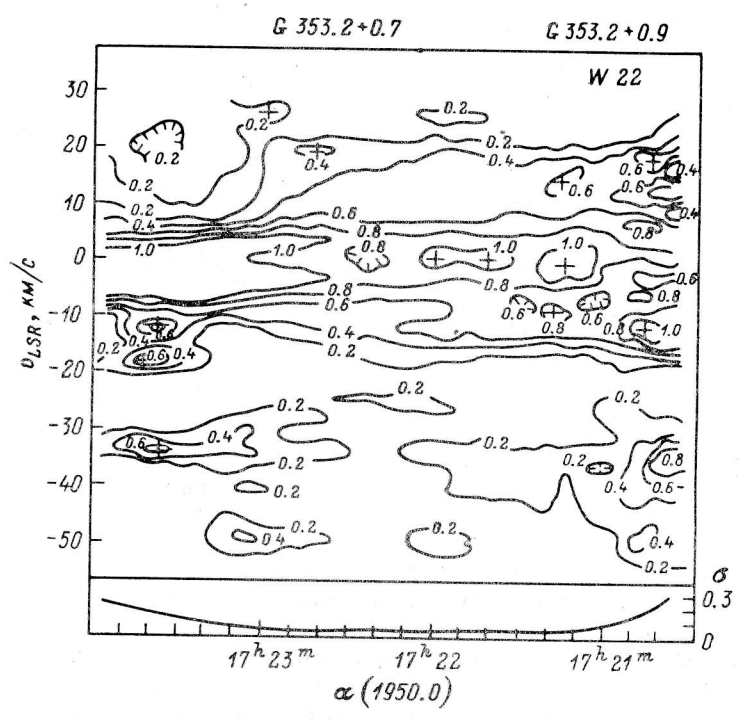


Рис. 27.

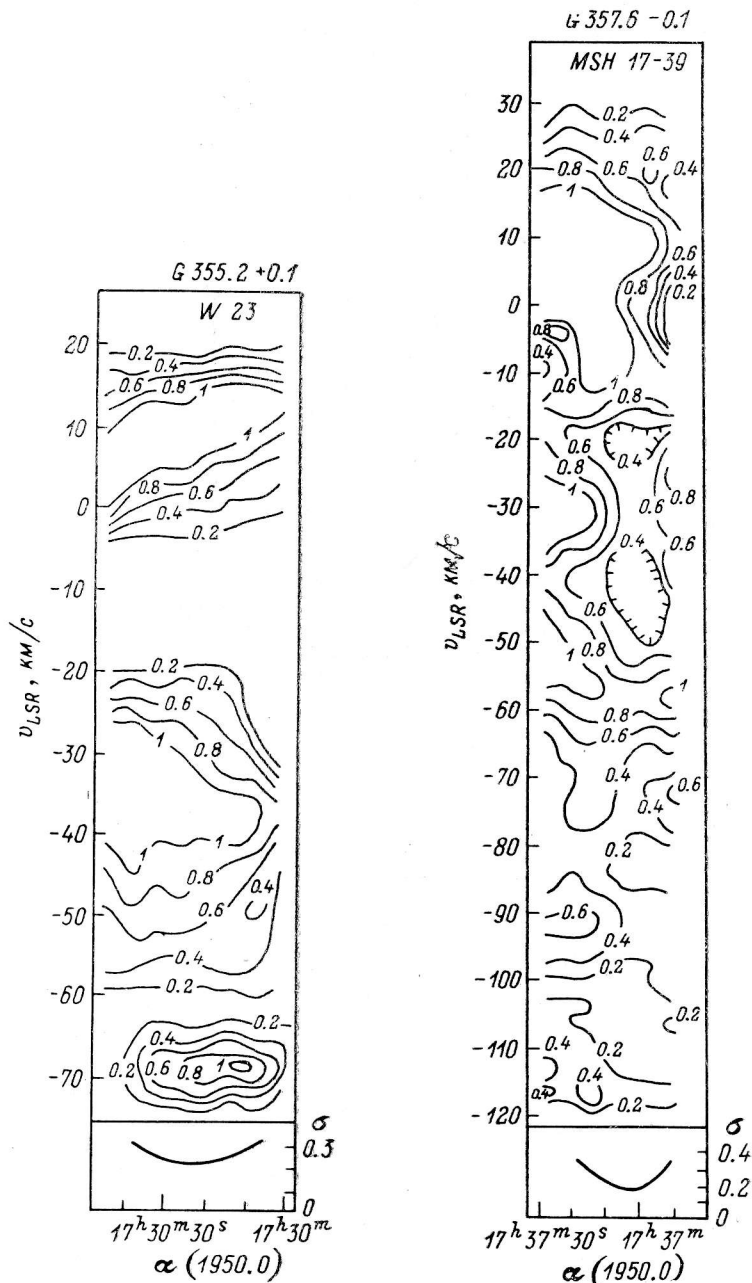


Рис. 28.

Рис. 29.

щения НІ на этот источник нам представляется дискуссионным (см. обсуждение этого вопроса в [1]). К сожалению, в [7] приведены изофоты не полной оптической толщины, а лишь ее отклонений от среднего значения для трех лучевых скоростей. Карты показывают наличие большого количества мелких облаков НІ, которые с нашим угловым разрешением, разумеется, не видны.

Как уже отмечалось, в следующей работе этого цикла будет приведено подробное обсуждение характеристик облаков НІ, выделенных на основе данного материала.

### Л и т е р а т у р а

1. Каталог профилей радиолнии поглощения HI в спектрах галактических радиоисточников. I: Интегральные профили / З. А. Алферова, А. П. Венгер, И. В. Госачинский и др. // Астрофиз. исслед. (Изв. САО), 1987. 24. С. 93—107.
2. Lockhart I. A., Goss W. M. High-resolution mapping of the HI absorption lines in the direction of NGC 2024, Orion A, M 17 and W 49 // Astron. Astrophys. 1978. 67. P. 355—372.
3. Нейтральный водород в окрестности галактических радиоисточников. Туманность Ориона / З. А. Алферова, А. П. Венгер, И. В. Госачинский и др. // Астрон. журн. 1979. 56. С. 1191—1205.
4. Госачинский И. В. Соотношение газа и пыли в направлении туманности 6618 (Омега) // Астрон. журн. 1965. 42. С. 929—933.
5. Госачинский И. В., Рахимов И. А. Нейтральный водород в молекулярно-пылевом облаке в направлении туманности 6618 // Астрон. журн. 1975. 52. С. 24—49.
6. Read P. L. HI aperture synthesis observations towards galactic HII regions. II: W 3 // Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 1981. 194. P. 863—878.
7. Schwarz U. J., Wesselius P. R. Small-scale structure in the distribution of neutral hydrogen // Astron. Astrophys. 1978. 64. P. 97—101.

Поступила в редакцию  
15 июля 1988 г.