

НЕЙТРАЛЬНЫЙ ВОДОРОД В ЗВЕЗДНОЙ АССОЦИАЦИИ СКОРПИОН ОВ-2

Н. В. Быстрова

Показано, что распределение нейтрального водорода, связанного со звездной ассоциацией Скорпион ОВ-2, более сложное, чем предположенная ранее расширяющаяся оболочка. Нейтральный газ тесно связан с волокнами, которые были обнаружены оптически в пределах ассоциации и придают ей вид «спиральной галактики», а также с туманностями S1, S7, S9. Распределение HI не согласуется с принятой моделью остатка вспышки сверхновой.

The distribution of neutral hydrogen connected with the stellar association Scorpius OB-2 is more complex than the expanding semi-envelope suggested earlier. The neutral gas is in connection with the nebulae S1, S7, S9 and with H_{α} -filaments found in the association and giving it the appearance of a «spiral galaxy». The HI-distribution is in disagreement with the model of a Supernova remnant.

Высокоширотная звездная ассоциация Скорпион ОВ-2 [1] представлялась удобным объектом для детального исследования распределения нейтрального водорода, поскольку в ее пределах нет газа, связанного с плоскостью Галактики и создающего трудности при расшифровке.

Подробные наблюдения HI в этой области неба были сделаны в Двингелоо, Голландия, между галактическими долготами 341 и 362°, широтами от +12 до +26° с интервалами 4° и полосой пропускания 2 км/сек. Первым результатом анализа этих наблюдений было обнаружение вытянутой эмиссионной детали на скорости — 12 км/сек. Эта волокнообразная деталь обладает заметной внутренней структурой и по неполным данным доходит до $b=32^{\circ}$, оставаясь на галактических долготах, меньших 360° [2]. Затем на симпозиуме № 60 МАС Санчизи [3] представил результаты дальнейшей обработки наблюдений области неба в Скорпионе и Змееносце. Его интерпретация состояла в выделении плотной полусферической расширяющейся оболочки с центром около $l=354^{\circ}$, $b=+23^{\circ}$, радиусом 5° или 13 пс и толщиной 5 пс. Скорость расширения оболочки была оценена в 3 км/сек. при скорости ее центра — 1 км/сек., масса $3 \cdot 10^3 M_{\odot}$, плотность 30 см^{-3} и дисперсия скоростей 2 км/сек.

Полуоболочка интерпретировалась как остаток старой Сверхновой, и предполагалась генетическая связь ее со звездами, опережающими оболочку при расширении всей системы.

Однако при анализе «Пулковского обзора неба в радиолнии межзвездного нейтрального водорода» [4] сразу же становится очевидной трудность, возникающая при выделении газа, связанного с ассоциацией Sco ОВ-2. На соответствующих листах «Обзора» благодаря представлению наблюдений в виде кривых прохождения на фиксированных скоростях и высокому угловому разрешению Большого пулковского радиотелескопа видно, что газ ассоциации расположен на фоне более протяженной составляющей, обязанной, вероятно, поясу Гульда.

Для каждой минуты прямого восхождения вклад излучения газа ассоциации в значение антенной температуры изменяется от нескольких

процентов до примерно половины суммарной величины T_A . Как следует из работы [2], при наблюдениях с полосой приемника 2 км/сек. профили радиолинии в этой области неба близки к одиночной гауссиане, и различные составляющие газа на заданной скорости выделяются с трудом. Наиболее заметное исключение составляет упомянутая выше вытянутая деталь на скорости — 12 км/сек. Неудивительно поэтому, что она с большой точностью была выделена первой на крыле профиля основной линии [2].

Детали обработки наблюдений главной части профиля в работе Санчизи [3] еще не опубликованы, но из анализа «Пулковского обзора» следует, что его интерпретация требует пересмотра.

Наблюдения в Пулкове. Из «Пулковского обзора неба в радиолинии межзвездного нейтрального водорода» [4] были выбраны 9 сечений на склонениях —29, —26 30, —24, —21 30, —19, —16 30, —14 16, —11 36 и —9°56' и на них для прямых восхождений от 15 до 17 час. были выделены избыточные сигналы нейтрального водорода, принадлежащие ассоциации Sco OB-2. Выделение делалось вручную с тем преимуществом, что в «Пулковском обзоре» все протяженные составляющие представлены полностью (продолжительность записи 24 час.), а также имеется возможность сравнения их вида на соседних склонениях, хотя в некоторых случаях и возможен несколько различный ход уровня протяженного сигнала. Затем в квадратной проекции были построены карты области ассоциации на скоростях —21.8, —16.6, —11.3, —6.4, —0.8, +4.5 и +9.7 км/сек., причем линии одинаковых значений антенных температур проводились через 1°K.

Сравнение с оптическими наблюдениями. Большое значение в понимании распределения нейтрального водорода в ассоциации Sco OB-2 имеют наблюдения Сивана [5] в окрестностях линии H_α , где в дополнение к известным ранее зонам III S1, S7, S9 были обнаружены слабые волокна размером $12 \times 14^\circ$, как бы исходящие из туманностей S1 и S7 и придающие всей области вид «спиральной туманности». Оболочка нейтрального водорода Санчизи не захватывает западную часть этих волокон, т. е. они находятся вне оболочки и нарушают принятую в [3] концепцию остатка Сверхновой.

Наши наблюдения в радиолинии нейтрального водорода в Пулкове сразу же, по крайней мере на некоторых скоростях, показали четкую связь западного волокна, а также туманности S7 и восточного волокна с нейтральным водородом. Части двух кривых прохождения приведены на рис. 1 вместе с фотографией Сивана. Эти сигналы III находятся на ярком протяженном фоне, поэтому их трудно было четко выделить ранее из профилей линий. Эти части волокон особенно подходят для наблюдений с пожевой диаграммой БПР, так как они вытянуты практически по склонению и при этом реализуется высокая чувствительность по этой координате. Видно, как четко ослабляется сигнал на месте волокна ($\alpha = 15^h 36^m$), туманности S7 (около 16^h) восточной части волокна ($\alpha = 16^h 13^m$). Четкое ослабление сигнала, подобное тому, которое находится около $15^h 36^m$, при наблюдениях с полосой 20 кГц встречается крайне редко, столь же редко видна узкая внешняя деталь III около $15^h 32^m$. Это пример детали с линейным размером около 1 пс. (На расстоянии 170 пс 1 пс соответствует 1.4 мин. на записи). Уже одна эта запись показывает, что здесь не может быть и речи об единой оболочке, нейтральный газ находится как снаружи, так и внутри, ближе к центру кривизны эмиссионного волокна. Так что последовательность событий во времени при образовании всех этих объектов является загадочной.

Дальнейший анализ пулковских наблюдений в радиолинии нейтрального водорода. Для большей наглядности упомянутых выше карт распределения нейтрального водорода на семи скоростях относительно местного стандарта покоя они были впечатаны на фотографии области из [5].

Из-за построения карт в квадратной проекции точное совпадение деталей было осуществлено лишь по звездам ρ Oph (HD 147933, $\alpha_{1950} = 16^{\text{h}}22^{\text{m}}35^{\text{s}}.6$, $\delta_{1950} = -23^{\circ}20'05''.1$) и 42 Lib с $\alpha_{1950} = 15^{\text{h}}37^{\text{m}}15^{\text{s}}.1$, $\delta_{1950} = -23^{\circ}39'55''.1$, находящимся в нижней, южной части наших карт.

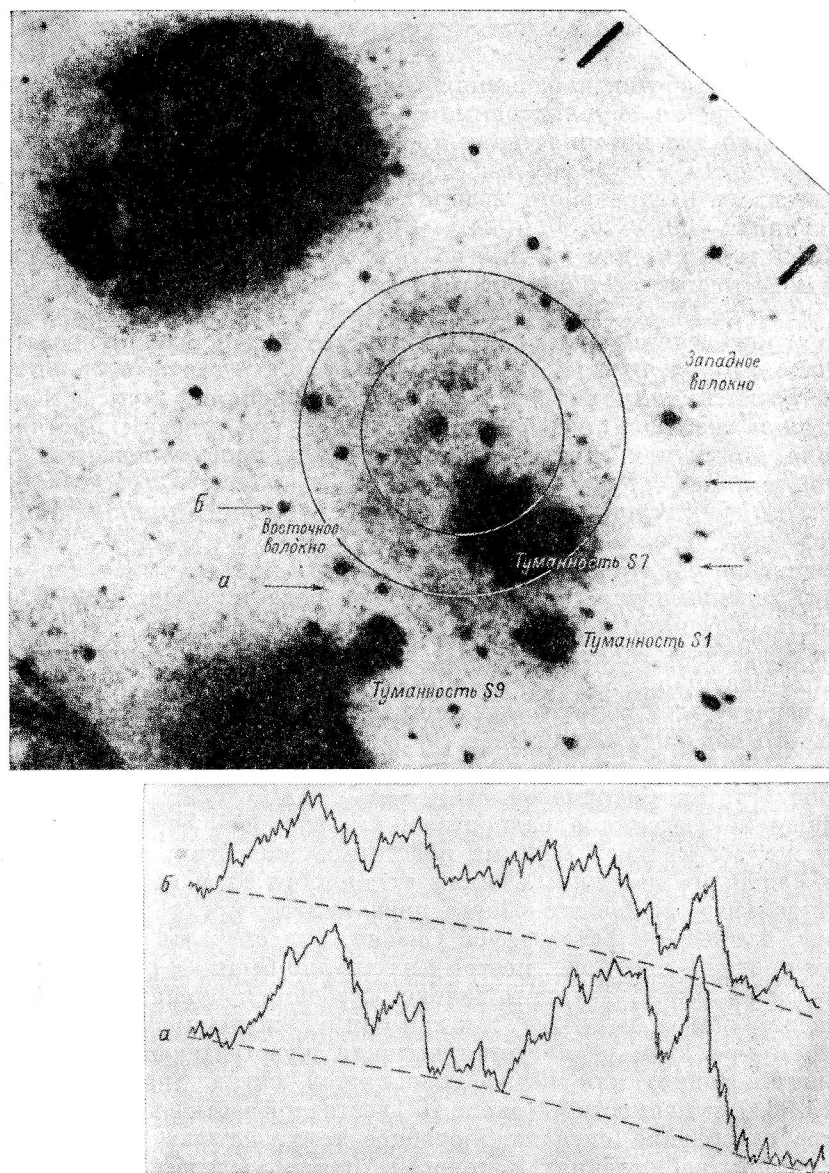


Рис. 1. Фотография области Sco OB-2 из [5] с указанием туманностей и волокон. Снизу приведены две кривые прохождения в радиолинии НI на скорости -0.8 км/сек. на уровнях $\delta = -24^{\circ}$ и $-21^{\circ}30'$. Изображена также предполагаемая оболочка НI из [3].

Третья опорная звезда ν Lib (HD 142198, $\alpha_{1950} = 15^{\text{h}}50^{\text{m}}56^{\text{s}}.24$ и $\delta_{1950} = -16^{\circ}36'05''$) не попадает на предназначенное ей место, помеченное крестом. Различие их положений указывает на величину неточности.

На рис. 2 представлены полученные комбинированные фотографии в порядке убывания лучевых скоростей. Сюда же добавлена волокнистая деталь на скорости -12 км/сек. из работы [2]. Она тоже, как оказалось, связана с волокнами НII.

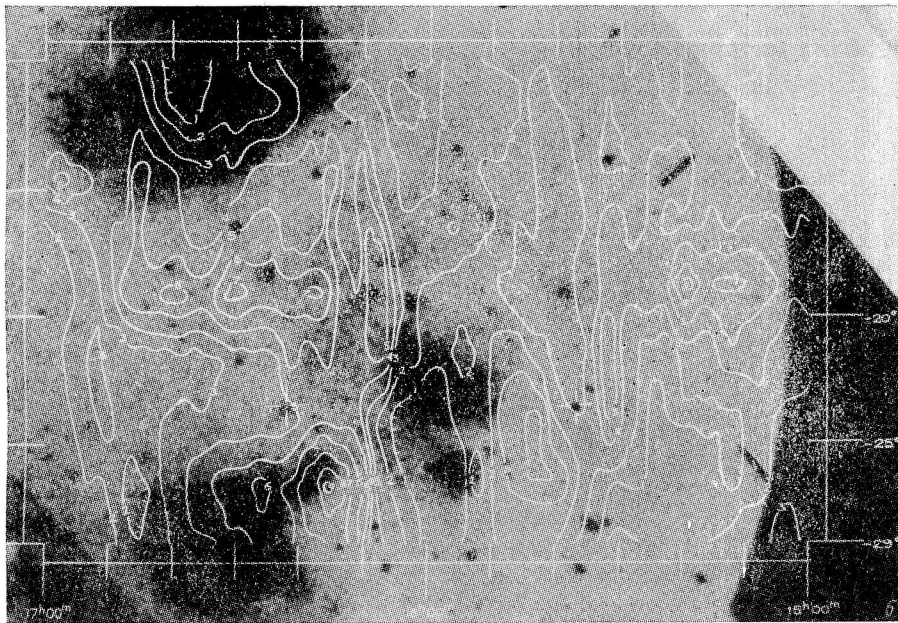
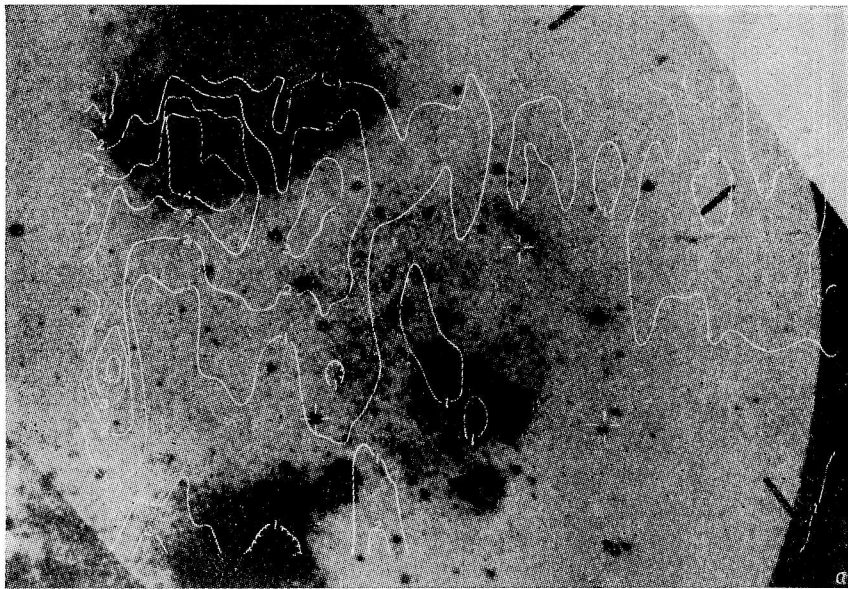
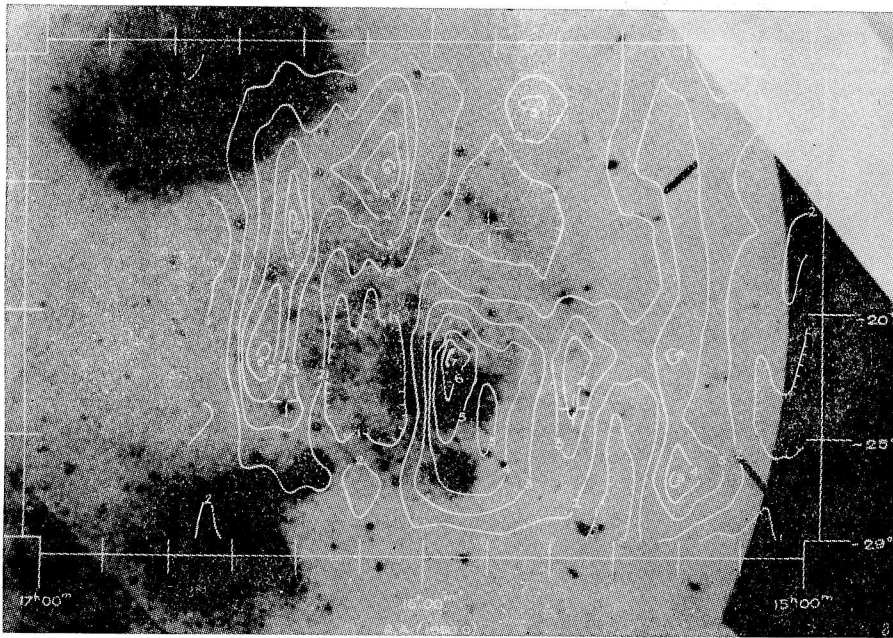
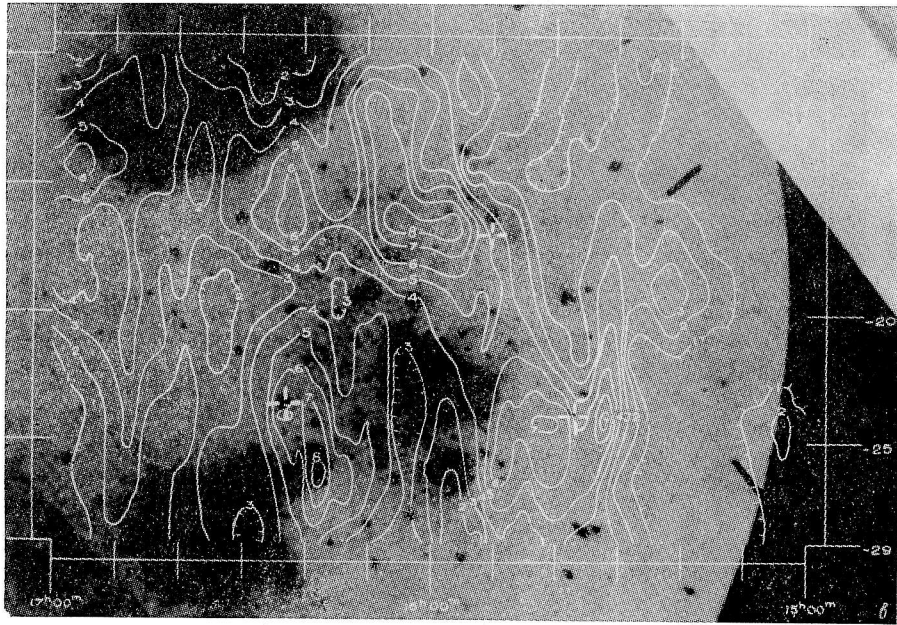
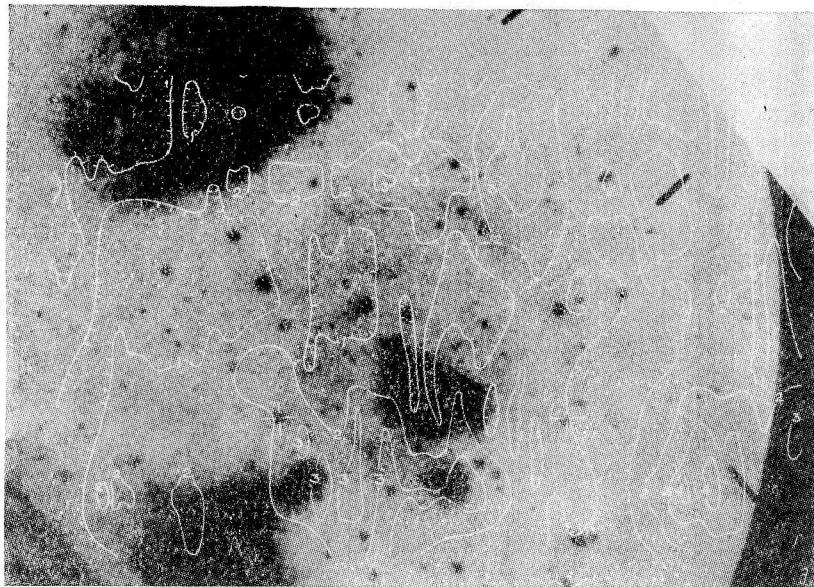
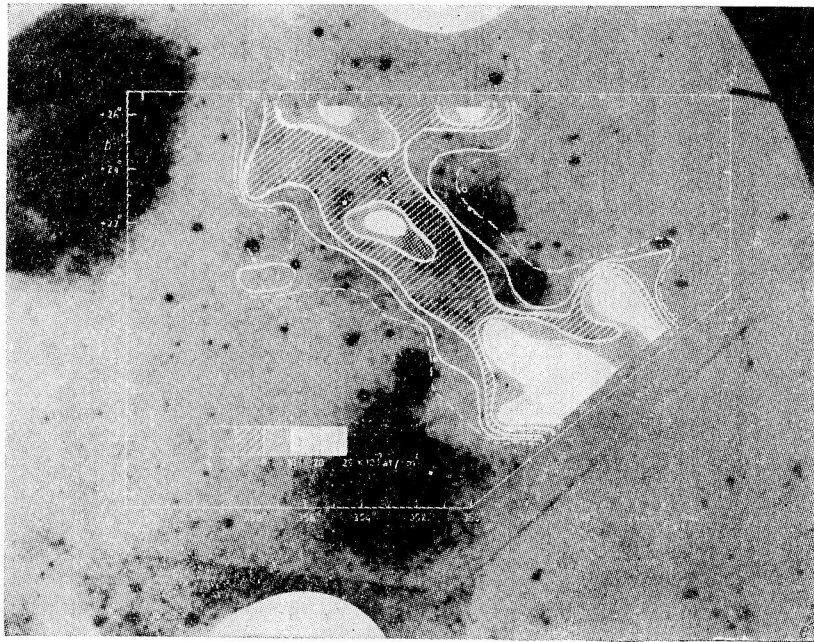
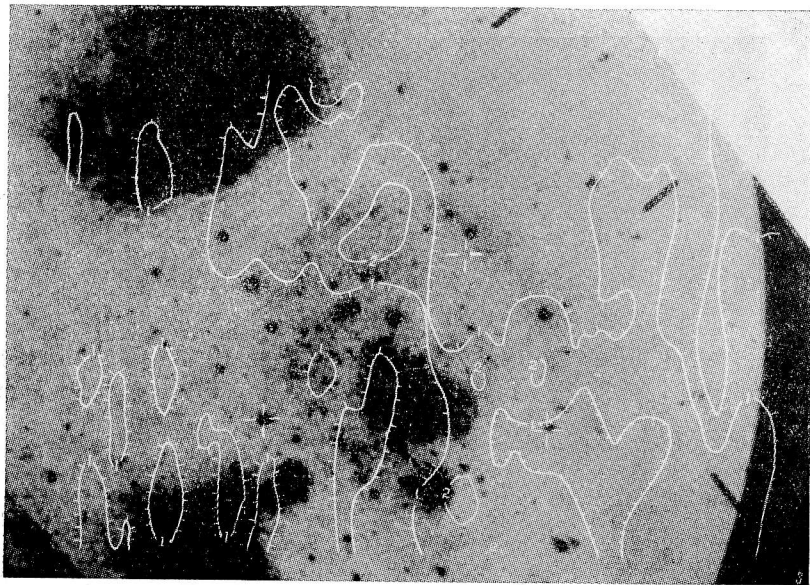
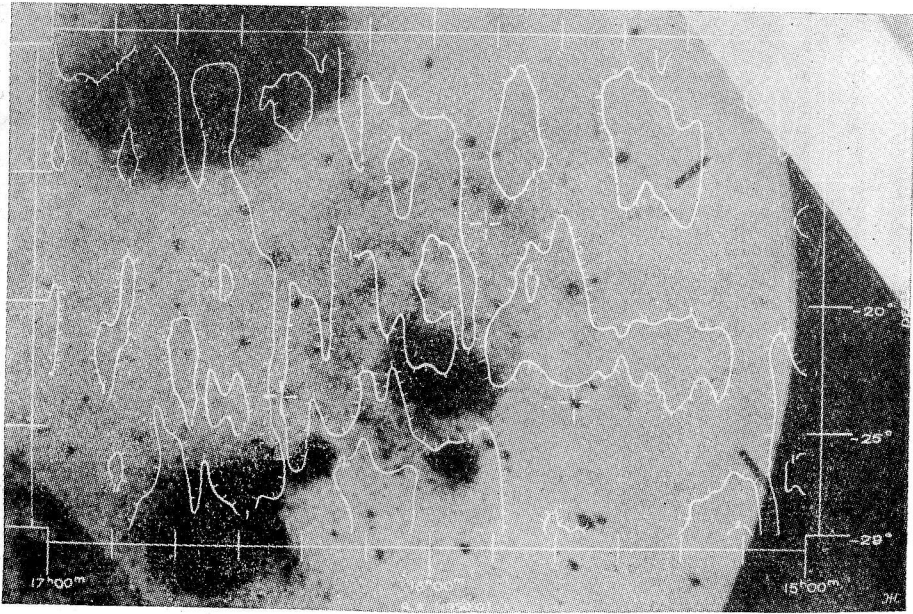


Рис. 2. Карты изоуровней антенной температуры, совмещенные с фотографиями из [5]
 а—з — лучевые скорости относительно местного стандарта покоя равны соответственно +9.7, +4.5,
 -0.8, -6.1, -11.3, -12.0 по данным [2], -16.6 и -21.8 км/сек.







Разобраться хотя бы в картине движений газа в области ассоциации чрезвычайно трудно по следующей причине: к востоку от ассоциации находятся такие объекты, как туманность S27 вокруг звезды ζ Oph, туманность S9 вокруг σ Sco, вновь обнаруженная в [5] туманность к юго-востоку от нее и известные темные туманности возле ρ Oph. Все эти объекты могут быть связаны с нейтральным водородом в том же диапазоне лучевых скоростей, что и исследуемая ассоциация, просто потому что с другими скоростями в этой области неба избыточный газ не наблюдается. В связи с этим обстоятельством было бы полезным еще расширить, как по α , так и по δ , область с выделенным избыточным водородом. Но пока что мы ограничились и так не малой областью неба (около 600 град.²), поэтому наши заключения будут скорее предварительными.

Во всей исследуемой области неба, расположенной между 15 20 и 16^h30^m, была определена полная масса избыточного газа. Она оказалась равной 6000 M_{\odot} — вдвое больше, чем оценка из [3]. Но в распределении нейтрального водорода по нашим данным имеются особенности, не отмеченные ранее. Например, распределение на скорости -12 км/сек. ([2], а также рис. 2) и распределение на скорости -6.1 км/сек. как бы дополняют друг друга, несмотря на довольно причудливый изгиб детали на -12 км/сек. (рис. 2, e) с западной стороны: там, где есть излучение на скорости -12 км/сек., нет излучения на -6.1 и наоборот. На скорости -0.8 км/сек. нейтральный водород заполняет все пространство между волокнами H_{α} и туманностями, находясь также и снаружи периферийного волокна H_{α} . Такое впечатление, что западная часть волокна, в особенности та его часть, которая расположена южнее $\delta = -17^{\circ} - 18^{\circ}$, имеет свой нейтральный водород, окружающий его в виде некоего желоба и расширяющийся со скоростью около 10 км/сек. по направлению к наблюдателю. Такое заключение сделано из сравнения на рис. 2 карт на скоростях $+4.5$, -0.8 и -6.1 км/сек.: максимумы по обе стороны от западного волокна H_{α} постепенно сближаются, и на скорости -6.1 км/сек. максимум проектируется на волокно H_{α} .

Наблюдаемую картину волокон H_{α} можно представлять себе как наиболее заметную часть оболочки. Но они могут быть и в действительности такими, как на фото, — образованиями типа пространственных жгутов, лежащих каждый в своей плоскости, или оба, восточный и западный, в одной и той же. Тогда нейтральный водород тоже может быть главным образом в этой же плоскости.

Работа по анализу имеющегося материала в области Sco OB=2 продолжается, и предполагается получить дополнительные наблюдения с высоким разрешением.

Список литературы

1. Blaauw A. Stellar associations. — Ann. Rev. Astron. Astrophys., 1964, v. 2, p. 213.
2. Sancisi R., van Woerden H. An elongated neutral-hydrogen emission feature in Scorpius and Ophiuchus. — Astron. Astrophys., 1970, v. 5, p. 135—139.
3. Sancisi R. Expanding shells of neutral hydrogen as birthplaces of stellar associations. — In: F. J. Kerr, S. C. Simonson, III (Eds.). Galactic Radioastronomy, 1974, p. 115—128.
4. Быстрова Н. В., Рахимов И. А. Пулковский обзор неба в радиолинии межзвездного нейтрального водорода. Л., «Наука», 1977.
5. Sivan J. P. A new look at the interstellar hydrogen through a very-wide-field photographic H_{α} survey of the whole Milky Way. — Astron. Astrophys. Suppl., 1974, v. 16, p. 163—172.