

УДК: 524.72:524.52

РОЛЬ НЕЙТРАЛЬНОГО ВОДОРОДА В ЭВОЛЮЦИИ СПИРАЛЬНЫХ И ИРРЕГУЛЯРНЫХ ГАЛАКТИК

А. А. КЮЛЬБУДАГЯН

Поступила 8 октября 1987

Принята к печати 14 августа 1990

Рассмотрено содержание нейтрального и молекулярного водорода в нашей Галактике, а также в других галактиках и в скоплениях и группах галактик. В работе сделаны следующие выводы. 1. Как в нашей Галактике, так и в других спиральных галактиках происходит превращение облаков молекулярного водорода в облака нейтрального водорода. 2. Чем старше галактика, тем выше в ней процент содержания нейтрального водорода. 3. Эволюционный путь для спиральных галактик идет от ранних спиралей к иррегулярным галактикам ($Sa \rightarrow Sb \rightarrow Sc \rightarrow Irr$).

1. *Введение.* В современной астрофизике накоплен уже значительный материал, относящийся к эволюционным процессам в мире звезд и галактик. Это дало возможность выяснить происхождение и даже механизм образования некоторых видов объектов. Так, например, установлено, что планетарные туманности возникают из вещества, выброшенного звездами. Правда, мы не знаем еще точно, сколько времени продолжается этот выброс. Но несомненно, что здесь направление эволюционного процесса установлено надежно. То же, с несколько меньшей определенностью можно сказать о широком, хотя и менее изученном классе кометарных туманностей. Все больше данных выясняется в отношении диффузных туманностей, облаков нейтрального водорода и молекулярных облаков. Несомненно, что в этих трех классах объектов переходы из одного класса в другой возможны и на самом деле происходят. Однако в литературе нет определенного решения вопроса о том, в каком преимущественно направлении происходят эти процессы. Между тем, решение этого вопроса может сыграть важную роль в понимании эволюции как нашей, так и других галактик. Мы знаем о существовании иррегулярных и карликовых галактик, в которых нейтральный водород составляет более 30% их массы (например, ММО). Более того, мы знаем о существовании объектов в подгруппе галактик G11 (по массам и размерам эти объекты соответствуют карликовым галактикам), у которых ничего, кроме H I, надежно не обнаруже-

но. Очень возможно, что основная масса вещества этих галактик находится в форме HI . Естественно встает вопрос, в какой форме находилась эта масса в прошлые эпохи. Не является ли такая масса нейтрального водорода результатом превращения из других видов облаков? Если учесть оценку времени жизни облаков в подгруппе галактик G11 ($>4 \cdot 10^9$ лет), то напрашивается вывод о том, что эта совокупность облаков нейтрального водорода может составлять конечный результат развития галактик, или, скорее, быть значительной частью конечного продукта. Сейчас распространена противоположная точка зрения, согласно которой галактики с большой массой HI являются начальной фазой эволюции галактик (основана она на допущении о переходе $\text{HI} \rightarrow \text{H}_2$). Настоящая работа посвящена выявлению истинного положения дел в этом вопросе. Естественно поэтому, что она носит отчасти характер обзора наблюдательных данных. В результате обзора и анализа этих данных мы приходим к выводу о происходящем в галактиках процессе превращения молекулярных облаков после некоторой эволюции (через стадию HII) в облака нейтрального водорода, хотя не исключена возможность и обратного перехода ($\text{HI} \rightarrow \text{H}_2$).

2. О распространенности HI и H_2 в нашей и других галактиках. Кроме облаков HI нас будут интересовать молекулярные облака, состоящие в основном из H_2 . Прямые наблюдения H_2 очень ограничены, основные данные о распределении H_2 получены косвенным путем — с помощью наблюдений в линиях ^{12}CO и ^{13}CO . Отсюда и расхождения в оценках масс молекулярных облаков.

Классификация молекулярных облаков основана на их размерах. Различают собственно молекулярные облака размерами в 1, 10 и 30 пк и гигантские молекулярные облака размерами в ~ 50 пк [1]. Недавно был обнаружен новый вид — гигантские молекулярные комплексы [2, 3]. Размеры этих комплексов ~ 100 пк. Удалось обнаружить, что эти комплексы располагаются вдоль спиральных рукавов Галактики, причем это расположение соблюдается удивительно строго, намного четче, чем расположение облаков HI вдоль этих рукавов [2]. Отстоят эти комплексы друг от друга вдоль спирального рукава на ~ 1 кпк. Расчеты показывают, что молекулярный водород в нашей Галактике в основном сосредоточен в этих комплексах. Молекулярные комплексы и гигантские молекулярные облака отсутствуют в пространстве между рукавами, где их наличие было бы обнаружено с большей легкостью, чем в рукавах [3]. В отношении крупномасштабного распределения мелких молекулярных облаков нельзя сказать ничего определенного (из-за низкой чувствительности приемной аппаратуры).

Обратимся теперь к распространенности H_2 и HI в нашей Галактике. Распределение H_2 очень интересно — кроме пика в центральной обла-

сти Галактики, H_2 в основном сосредоточен внутри большого галактического кольца—области резко выраженной концентрации H_2 в кольце $R = 4 \div 8$ кпк. В этом молекулярном кольце наблюдается повышенная концентрация и других объектов I населения — зон HII, пульсаров, остатков сверхновых, источников диффузного γ -излучения и синхротронного излучения.

Перейдем к распределению HI. На долю облаков HI приходится примерно половина всей массы атомарного водорода [4]. Средние параметры этих облаков следующие: плотность $n \approx 40 \text{ см}^{-3}$, температура $T \approx 70^\circ \text{ K}$. Выделяются две группы облаков: с диаметром ~ 70 пк и ~ 10 пк, причем последние оказываются примерно в 8 раз более многочисленными [1]. Облака HI по кинематике и распределению по z -координате соответствуют молодому населению диска, однако средняя концентрация n (HI) достигает максимума 0.3 см^{-3} в кольце $8 < R < 13$ кпк. Концентрация, превышающая 0.1 см^{-3} , наблюдается до 15 кпк [4]. Таким образом, облака HI являются преимущественно периферическими объектами нашей Галактики.

Теперь обратимся к распределению H_2 и HI в других галактиках.

Спиральные галактики. Данные радионаблюдений показывают, что среди галактик одинаковой оптической светимости галактики типа Sc имеют большее количество CO, чем галактики типов Sa и Sb [5]. Распределение CO хорошо коррелирует с распределением HI, но CO сильнее концентрируется к рукавам галактик [6]. Распределение CO внутри Sc-галактик имеет максимум в центральной области и быстрый спад к периферии, у ярких галактик этот спад продолжается до 10 кпк, в то время как HI у ярких галактик простирается до ~ 25 кпк. Среди Sb-галактик встречаются галактики, которые содержат молекулярные кольца подобно нашей Галактике [5]. Отношение H_2/ HI Sc-галактиках примерно такое же, как в нашей Галактике (в ее диске). Однако, отношение M_{H_2}/M_{HI} растет от Sa к Sc, причем некоторые галактики поля имеют протяженные оболочки из HI [7].

Магеллановы облака [8]. В БМО CO обнаружено на 5% исследованной площади ($6^\circ \times 6^\circ$). Интенсивность CO ниже, чем в галактических молекулярных облаках. Основное излучение приходит из 4-х больших комплексов, содержащих также много других представителей I типа населения. Эти комплексы хорошо коррелируют в местоположении и скорости с наиболее плотными областями HI — они расположены недалеко от этих областей, а скорости этих комплексов совпадают со скоростью наиболее интенсивного пика в спектре излучения 21 см. Здесь нужно отметить, что в то время, как линии CO узкие и одиночные, линии HI имеют очень

сложную структуру. Отношение $n(\text{H}_2)/n(\text{H I})$ примерно на порядок меньше, чем в нашей Галактике.

В ММО СО было обнаружено только в SW-части перемычки. Из 10 областей с заметным излучением СО, 7 областей находятся в центрах темных облаков, остальные 3 находятся вблизи H II областей. Как и в БМО, излучение в СО обнаружено вблизи региона максимальной интенсивности H I. Излучение на 21 см имеет множество пиков, отстоящих друг от друга на $30 \div 40$ км/с. СО совпадает по скорости с наиболее интенсивным пиком H I. Важным отличием от излучения H I является узость линий СО. Магеллановы облака содержат удивительно большое количество H I. Отношение массы H I ко всей динамической массе таково: $M_{\text{H I}}/M_{\text{tot}} = 0.09$ для БМО и 0.32 для ММО. Для нашей Галактики это отношение равно 0.01, а среднее для солнечной окрестности 0.06. По обилию H I и малому количеству СО галактики БМО и ММО являются типичными среди нерегулярных галактик: как отмечено в [9], частота обнаружения СО в карликовых и Iгг галактиках 1 из 7. Эти галактики имеют очень слабое излучение СО по сравнению со спиральными, имеющими ту же светимость в полосе В. БМО и ММО не исключение и по малому обилию тяжелых элементов. В [10] приводятся следующие данные. Отношения обилий O/H и N/S удивительно постоянны вдоль дисков Iгг-галактик. Металлы перемешаны, по крайней мере, вдоль видимых в оптике областей. Не выявляется связи между металличностью и пространственными размерами галактик. Как и Магеллановы облака, другие Iгг-галактики вообще имеют повышенное по сравнению со спиральными галактиками количество H I, некоторые из них имеют гало из H I, простирающееся на несколько оптических радиусов.

Что касается имеющихся данных о содержании H I в карликовых галактиках, то, как отмечено в [11], среднее отношение $M_{\text{H I}}/M_{\text{tot}}$ для этих галактик $\sim 30\%$, даже обнаружена галактика с $M_{\text{H I}}/M_{\text{tot}} \approx 70\%$ (Leo A).

Галактики ранних типов. Работы по обнаружению темных облаков в эллиптических галактиках начались в последние годы в связи с развитием новой светоприемной аппаратуры. Среди эллиптических галактик выделяются галактики типа NGC 5128, имеющие темный диск, проходящий через центр галактик. Известно уже несколько галактик подобного типа. Было обнаружено, что NGC 5128 состоит из эллиптической и предположительно спиральной (темный диск) галактик с общим центром масс. Диск состоит из пыли, газа, областей H II, характерных для спиральных галактик. Диск вращается быстро, а эллиптическая галактика — медленно. Недавно было сообщено о галактике NGC 807, которая окружена вращающимся диском, состоящим из H I. Масса этого диска оценена в $10^{10} M_{\odot}$ [12]. Галактика расположена отдельно, приливное воздействие соседних галактик исключается.

Скопления галактик. По крайней мере у 5 скоплений (Virgo, Coma, A 1367, A 2147, A 262) обнаружено явление увеличения дефицита HI при приближении к центру скопления [7] (здесь речь идет о дефиците относительного количества HI у спиральных галактик скоплений по отношению к спиральным галактикам поля). Вызывает интерес также факт наличия наибольшего количества галактик с дефицитом HI у двух скоплений, являющихся наиболее сильными излучателями в рентгеновских лучах (Coma и A 2147).

Обнаружение HI вне пределов оптических изображений галактик. Как уже упоминалось, поздние спирали и Iгг-галактики часто имеют гало из HI, простирающееся на несколько оптических радиусов. Кроме гало часто обнаруживаются отростки из HI в виде «хвостов» и мостов между галактиками. Считается, что отростки образуются вследствие приливного воздействия. У галактики NGC 628 наличие длинного отростка не может быть объяснено близким прохождением соседней галактики [7]. Наличие высокоскоростного газа около M 51, сложное распределение газа в квинтете Стефана [13] и наличие межгалактических изолированных облаков в подгруппе галактик G 11 во Льве являются другими примерами, не удовлетворяющими прямым приливным моделям, включающим недавние столкновения соседних галактик.

Облака HI в подгруппе галактик во Льве. Недавно была обнаружена система облаков HI, входящая в подгруппу галактик G 11. Эта подгруппа находится в комплексе, состоящем из нескольких подгрупп, около M96 [14]. Подгруппа G 11 состоит из галактик ранних типов, кроме спиралей M 95 и M 96, и имеет среднюю (гелиоцентрическую) скорость 810 км/с. Расстояние этой подгруппы от нашей Галактики ~ 10 Мпк. Средняя скорость облаков HI ~ 960 км/с, что достаточно близко к средней скорости подгруппы. Это может свидетельствовать о расположении облаков примерно в центре подгруппы. В [15] было найдено, что облака HI расположены преимущественно вдоль кольца с диаметром в 200 кпк вокруг галактик M 105 (E0) и NGC 3384 (SB0), причем радиальные скорости облаков соответствуют вращению вдоль кеплеровской орбиты с периодом $4 \cdot 10^9$ лет. Это время в несколько раз больше времени прохождения в системе этих облаков.

Наблюдения с большим разрешением показали, что эти водородные облака имеют плотность, близкую к плотности межзвездного газа нашей Галактики [16]. Они имеют массы HI и размеры, сходные с маленькими карликовыми галактиками. Масса всей системы облаков оценивается в $2 \cdot 10^9 M_{\odot}$.

Происхождение этих облаков HI остается загадкой. В [16] отмечается, что остается неясным, как такие плотные сгущения HI могли оставить-

ся устойчивыми против коллапса и не превратиться в звезды в течение времени более $4 \cdot 10^9$ лет.

3. Два свидетельства превращения облаков H_2 в облака HI . 1) Радиальные системы темных глобул в нашей Галактике. Кроме гигантских молекулярных облаков в нашей Галактике существуют также маленькие непрозрачные облака, состоящие из пыли и газа. Такими объектами являются глобулы Бока, а также глобулы и слоновые хоботы в областях HI . В [17] приводится довольно полный обзор темных глобул и радиальных систем, состоящих из этих глобул.

Радиальные системы глобул в ассоциации Сер OB2. В ассоциации Сер OB2 нами были обнаружены 4 радиальные системы темных глобул [17]. Из них три составляют новый тип радиальных систем—без ионизованной области, центральные звезды систем классов, позднее, чем В, но радиальная система темных глобул еще не распалась. Для центральных звезд этих систем были получены спектральные классы K2 II и A0 II [17].

Разделение на системы в [17] было произведено исходя из радиальной, относительно центра, направленности хвостов глобул. Для обоснованности такого разделения было решено измерить радиальные скорости глобул с помощью СО-наблюдений [18]. Получены следующие результаты. В системе глобул «а» были выделены две подгруппы с разницей средних скоростей в 3.5 км/с. Подгруппы раздельны также пространственно, что может свидетельствовать о том, что система «а» образована из двух облаков. Разность средних радиальных скоростей систем «а» и «б»—9.4 км/с. Разделение радиальной системы на подгруппы на основе отличия радиальных скоростей наблюдается и у системы, окружающей звезду λ Ori. Исходя из данных о скоростях глобул системы, окружающей звезду λ Ori, приведенных в [19], можно сделать вывод о том, что эта система также состоит из двух пространственно разделенных подгрупп с разницей средних скоростей, равной 9.1 км/с.

Приведенные выше разности средних скоростей отдельных подгрупп находятся в хорошем согласии с найденным в [3] результатом, согласно которому в молекулярных комплексах скорости соседних темных облаков в пределах данного комплекса могут отличаться на ~ 10 км/с.

Распределение HI в Сер OB2. Остается невыясненным, что же происходит с областью HI после ослабления блеска центральных звезд радиальных систем. Для ответа на этот вопрос были построены карты распределения HI в Сер OB2. Средняя радиальная скорость звезд ассоциации Сер OB2—8 км/с [17]. Были построены радиокарты для области $l=(90^\circ \div 102^\circ)$, $b=(-2^\circ \div +7^\circ)$ с помощью каталога [20]. В этом каталоге для данных галактических координат приведены профили линий

21 см. Около скорости 0 км/с есть три пика: на -20 , -8 и $+6$ км/с. Радиокарты были построены отдельно для каждой из этих скоростей (см. рис. 1—3). Из этих рисунков видно, что распределение радиоизотоп на скорости -8 км/с хорошо коррелирует с распределением глобул в радиальных системах: система «а», связанная с областью Н II IC 1396, не содержит заметного количества Н I, а системы «б» и «в» связаны с облаком Н I. Если принять, что размеры этого облака по лучу зрения равны его размерам на картинной плоскости и что это облако находится на расстоянии ассоциации Сер OB2 (750 пк), то для него можно получить следующие параметры: размеры $d = 30$ пк, масса $M = 10^3 M_{\odot}$ плотность $n_H = 17 \text{ см}^{-3}$.

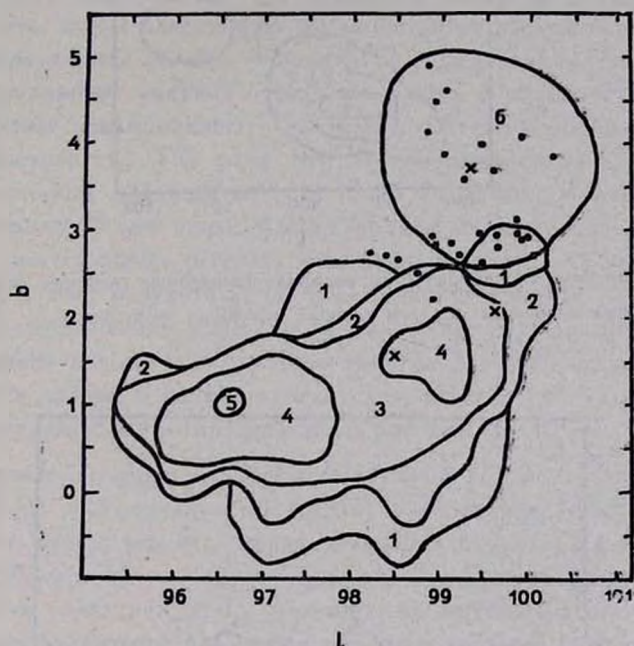


Рис. 1. Распределение нейтрального водорода (имеющего скорость около -8 км/с) в Цфеес. Крестиками обозначены центральные звезды радиальных систем, точками — темные глобулы (ГРС). Цифрами отмечены области равных антенных температур: 1— $45^\circ \text{K} < T_A < 56^\circ \text{K}$; 2— $56^\circ \text{K} < T_A < 57^\circ \text{K}$; 3— $57^\circ \text{K} < T_A < 74^\circ \text{K}$; 4— $74^\circ \text{K} < T_A < 80^\circ \text{K}$; 5— $T_A > 80^\circ \text{K}$. Цифрой 6 отмечена зона Н II.

О связи между областями Н II и облаками Н I. Образование облака Н I в Сер OB2 можно объяснить рекомбинацией ионизованных атомов — область Н II превратилась в облако Н I. Сравним параметры межзвездных облаков Н I и известных областей Н II. В [21] приводятся следующие данные: размеры галактических областей Н II располагаются в интер-

вале ($10 \div 160$) пк, со средним значением 50 пк, электронная плотность лежит в интервале ($5 \div 170$) см^{-3} , со средним значением 30 см^{-3} . Для облаков Н I из [1] имеем: $n_{\text{H}} = (20 \div 40) \text{ см}^{-3}$, размеры облаков группируются около 10 и 70 пк. Как видно из этих данных, постепенный переход от зоны Н II к облаку Н I без существенных изменений размеров и плот-

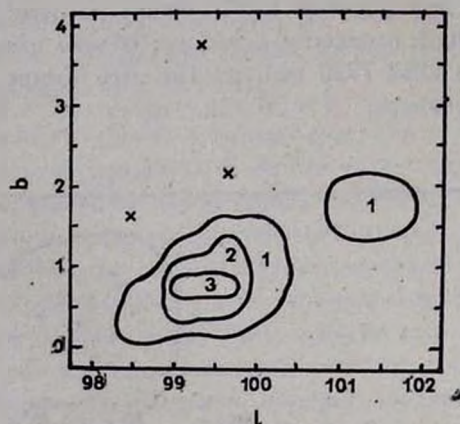


Рис. 2. Распределение нейтрального водорода (имеющего скорость около -20 км/с) в Цевсе. Цифрами отмечены области равных антенных температур: 1 — $57^\circ \text{ К} < T_A < 74^\circ \text{ К}$; 2 — $74^\circ \text{ К} < T_A < 79^\circ \text{ К}$; 3 — $T_A > 79^\circ \text{ К}$.

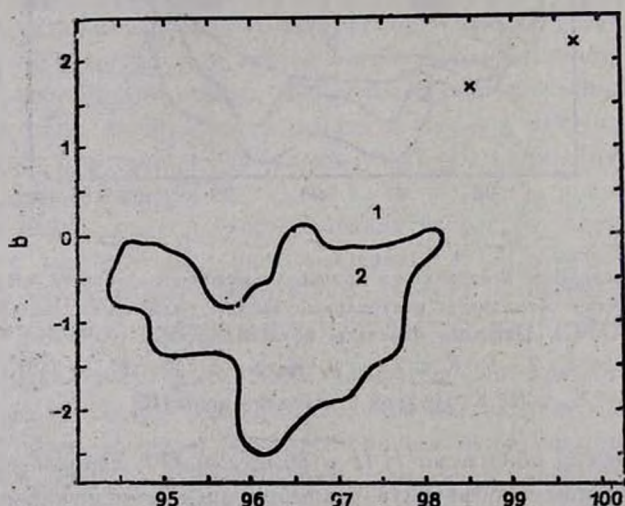


Рис. 3. Распределение нейтрального водорода (имеющего скорость $+6 \text{ км/с}$) в Цевсе. Цифрами отмечены области равных антенных температур: 1 — $T_A < 17^\circ \text{ К}$; 2 — $T_A > 17^\circ \text{ К}$.

ности вполне реален. Можно предположить, что переход от зоны Н II к облаку Н I происходит постепенно, путем образования вокруг области Н II оболочки Н I с последующим уменьшением внутреннего радиуса этой оболочки. В литературе имеются данные о наличии таких оболочек. Так, в [22] сказано, что из 32 исследованных зон Н II, 17 (то есть более половины) окружены оболочкой Н I.

Гигантские молекулярные облака как источник образования глобул и облаков Н I. Как известно, ранние звезды бывают расположены в основном на периферии гигантских молекулярных облаков. При своем образовании они ионизуют и вытесняют из своего окружения вещество молекулярного облака, образуя зону Н II и радиальную систему темных глобул. Таким образом, имеем следующую эволюционную последовательность: гигантское молекулярное облако $\rightarrow$ зона Н II + радиальная система темных глобул $\rightarrow$ радиальная система темных глобул + облако Н I в ассоциации $\rightarrow$ отдельные изолированные темные глобулы и облака Н I в межзвездном пространстве. Тот факт, что межзвездная среда в основном состоит из отдельных облаков, то есть имеет клочковатую структуру, был подчеркнут около 50 лет назад Амбарцумяном и Горделадзе [23, 24].

В [25] имеется обзор литературных данных об облаках Н I и Н₂. Приводятся интересные результаты об исследовании спектра размеров облаков Н I в околосолнечной окрестности. Оказывается, что показатель этого спектра очень похож на показатель спектра размеров облаков Н₂. Там же приводятся данные о наличии гигантских облаков Н I, сходных по размерам с молекулярными комплексами (с массами до $10^7 M_{\odot}$).

2) Крупномасштабное образование облаков Н I в галактике М 83. С помощью VLA, наблюдались облака Н I в галактике М 83 [26]. Аллен и др. сделали вывод, что гигантская кольцевая структура (~ 1 кпк), состоящая из облаков Н I и окружающая область звездообразования в центральной части галактики М 83, образовалась путем распада Н₂ под действием ультрафиолетового излучения молодых звезд. В данном случае мы опять имеем эволюционную последовательность Н₂ $\rightarrow$ Н I, осуществленную под действием излучения молодых звезд.

4. Заключение. Подытожим выводы из данных наблюдений, изложенных в настоящей работе. Из перечисленных ниже пунктов нам принадлежит пункт 6.

1. Имеется четкое увеличение относительного содержания Н I (M_{HI}/M_{tot}) вдоль последовательности ($E \rightarrow S0 \rightarrow S0/a \rightarrow$) $\rightarrow Sa \rightarrow Sh \rightarrow Sc \rightarrow Ir$.

2. У многих I Г и у некоторых Sc галактик наблюдаются обширные оболочки из Н I. 3. Имеются плотные облака из Н I в межгалактическом пространстве, возраст некоторых из них оценивается в $4 \cdot 10^9$ лет. 4. Как облака CO (то есть Н₂), так и облака Н I концентрируются к спиральным вет-

вям (как в нашей Галактике, так и в других спиральных галактиках), но *расположение вдоль ветвей у СО намного более четкое, чем у Н I*. 5. В галактике М 83 мы имеем случай превращения молекулярных облаков в облака Н I (под действием излучения ярких звезд). 6. В ассоциации Сер ОВ2 мы имеем дело с превращением облаков Н₂ (под действием излучения ярких звезд, через промежуточную стадию Н II) в облако Н I.

Если первые два пункта можно интерпретировать как с точки зрения превращения Н₂ в Н I, так и наоборот (в зависимости от этого меняется эволюционный путь развития галактик: $Sa \rightarrow Sb \rightarrow Sc \rightarrow I\Gamma$ или наоборот), то остальные пункты четко свидетельствуют в пользу того, что *наблюдается превращение облаков Н₂ в облака Н I*. Это означает, что чем старше галактика, тем больше в ней отношение M_{HI} / M_{tot} . Рассмотрим также факты, относящиеся к скоплениям галактик, с точки зрения данной концепции.

В [27, 28] было отмечено, что скопления галактик часто имеют положительную энергию и поэтому являются нестационарными системами, вследствие чего галактики, входящие в скопления, в среднем моложе галактик поля. Подобное же сравнение можно сделать между галактиками, входящими в центральные области скоплений и во внешние области: галактики, входящие в центральные области скоплений, моложе галактик, расположенных на периферии.

Относительно скоплений галактик мы имеем следующие наблюдательные факты. 1. При приближении к центру скопления увеличивается дефицит Н I у спиральных галактик (а также у S0 и S0/a галактик). 2. Дефицит Н I выше у галактик, принадлежащих скоплению, чем у галактик поля. 3. Скопления, имеющие сильное рентгеновское излучение, имеют и больше галактик с дефицитом Н I. С учетом этих трех пунктов можно сделать следующий вывод: галактики, входящие в более молодые системы, имеют и больший дефицит Н I, то есть мы опять имеем в качестве критерия молодости меньшее относительное количество Н I.

Относительно нашей Галактики мы можем констатировать, что чем дальше от ядра Галактики, тем выше относительное содержание Н I, то есть согласно выдвинутой выше гипотезе, тем старше население диска. Здесь также нужно отметить, что при удалении от ядра нашей Галактики уменьшается обилие тяжелых элементов, приближаясь к обилию, характерному для I Γ -галактик.

Рассмотрим в свете предложенной схемы Н₂ $\rightarrow$ Н I случай галактик типа NGC 5128. Спиральная составляющая этих галактик со временем должна претерпеть существенные изменения: темные молекулярные облака должны превратиться в основном в облака Н I. Можно предположить, что галактика NGC 807, о которой было сказано выше, является как раз

галактикой типа NGC 5128 на том этапе эволюции, когда диск уже в основном состоит из HI.

Из данной работы можно сделать три основных вывода. 1. Как в нашей Галактике, так и в других спиральных галактиках происходит превращение облаков H_2 в облака HI. 2. Чем старше галактика, тем выше в ней процент содержания HI (в некоторых случаях большая часть массы галактики может состоять из HI). 3. Эволюционный путь для спиральных галактик идет от ранних спиралей к Irr-галактикам ($Sa \rightarrow Sb \rightarrow Sc \rightarrow Irr$).

Автор выражает искреннюю благодарность академику В. А. Амбарцумяну за внимание к работе и ценные советы.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

THE ROLE OF NEUTRAL HYDROGEN IN THE EVOLUTION OF SPIRAL AND IRREGULAR GALAXIES

A. L. GYULBUDAGHIAN

The contents of neutral and molecular hydrogen in our Galaxy, as well as in other galaxies, groups and clusters of galaxies is discussed. Two examples which look like a proof in favour of transformation of H_2 clouds into HI clouds are given: one in the association Cep OB2, the other is in the galaxy M 83. The following conclusions are made. 1. In our Galaxy as well as in other spiral galaxies, the H_2 clouds are transformed into HI clouds. 2. The percentage of HI in the galaxy depends on the age: if the galaxy is older, the percentage of HI is higher. 3. The evolutionary path for the spiral galaxies goes from the early spirals to the irregular galaxies ($Sa \rightarrow Sb \rightarrow Sc \rightarrow Irr$).

ЛИТЕРАТУРА

1. П. С. Марочник, А. А. Сучков, в кн. «Галактика», Наука, М., 1984, стр. 139.
2. R. Cohen, D. Gabelsky, J. Mag, L. Bronfman, H. Alvarez, P. Thaddeus, *Astrophys. J.*, 290, L15, 1985.
3. T. Dame, B. Elmegreen, R. Cohen, P. Thaddeus, *Astrophys. J.*, 305, 892, 1986.
4. Д. Клейтон, в кн. «Протозвезды и планеты», ред. Т. Герас, Мэр, М., 1982, стр. 18.
5. J. Young, In „The Milky Way“, IAU Symp. № 106, 1985, p. 183.
6. A. Starke, *ibid*, p. 445.
7. M. Huges, R. Giovanelli, G. Chincarini, *Annu. Rev. Astron. and Astrophys.*, 22, 303, 1986.
8. M. Rubio, R. Cohen, J. Montani, *Rev. Mex. Astron. and Astrophys.*, 12, 303, 1986.
9. F. Combes, In „Stars forming dwarf galaxies“, ed. D. Kunth, T. Thuan, J. Tran Thanh, 1985, p. 307.

10. *J. Gallagher III, D. A. Hunter*, *Annu. Rev. Astron. and Astrophys.*, **22**, 37, 1984.
11. *W. Sargent, K. — J. Lo*, In „Stars forming dwarf galaxies“, 1985, p. 253.
12. *L. Dressel*, *Bull. Amer. Astron. Soc.*, **18**, 998, 1986.
13. *R. Allen, W. Sullivan*, *Astron. and Astrophys.*, **84**, 181, 1980.
14. *S. Schneider, G. Helou, E. Salpeter, Y. Terzian*, *Astrophys. J.*, **273**, L1, 1983.
15. *S. Schneider*, *Astrophys. J.*, **288**, L 33, 1985.
16. *S. Schneider, E. Salpeter, Y. Terzian*, *Astron. J.*, **91**, 13, 1986.
17. *А. Л. Гюльбудагян*, *Астрофизика*, **23**, 295, 1985.
18. *А. Л. Гюльбудагян, Л. Ф. Родригес, Х. Канто*, *Астрофизика*, **24**, 202, 1986.
19. *R. Maddalena et al.*, *Astrophys. J.*, **303**, 375, 1986.
20. *H. Weaver, D. Williams*, *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*, **8**, 1, 1973.
21. *I. V. Gosachinskij, V. K. Khersonskij*, *Astrophys. and Space Sci.*, **107**, 289, 1984.
22. *A. P. Venger, I. V. Gosachinskij, V. G. Grachev, T. M. Egorova, N. F. Ryzhkov, V. K. Khersonskij*, *Astrophys. and Space Sci.*, **107**, 271, 1984.
23. *В. А. Амбарцумян, Ш. Г. Горделадзе*, *Бюл. Абастуман. астрофиз. обсерв.*, **2**, 37, 1938.
24. *В. А. Амбарцумян*, *Сообщ. Бюракан. обсерв.*, **6**, 1, 1951.
25. *S. Terebey, M. Fich, L. Blitz, Ch. Henkel*, *Astrophys. J.*, **308**, 357, 1986.
26. *R. Allen, P. Atherton, R. Tilanus*, *Nature*, **319**, 296, 1986.
27. *В. А. Амбарцумян*, *Изв. АН Арм.ССР, Сер. физ.*, **9**, 23, 1956.
28. *В. А. Амбарцумян*, *Астрон. ж.*, **66**, 536, 1961.