

УДК: 524.78+524.47—657

ВОЗМОЖНАЯ РОЛЬ КАРЛИКОВЫХ ГАЛАКТИК И ШАРОВЫХ СКОПЛЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ЛИНИЙ ПОГЛОЩЕНИЯ L_α И 21 СМ В СПЕКТРАХ ДАЛЕКИХ КЗО

Б. В. КОМБЕРГ

Поступила 17 апреля 1985

Принята к печати 10 декабря 1985

В работе приводятся основные наблюдательные характеристики линий поглощения I и II классов, формирующихся в спектрах далеких квазаров при попадании на луч зрения газовых комплексов в объектах «по дороге». При этом упор делается на обсуждение возможной природы объектов, ответственных за появление многочисленных линий поглощения II класса (так называемых, линий «леса L_α »). Рассматривается также вопрос о возможной природе облаков, в которых формируются иногда наблюдаемые в радиоспектрах квазаров линии поглощения 21 см. Исходя из узости этих линий (< 10 км/с) и в предположении гравитационной связанности объектов, ответственных за их образование, оцениваются светимости, размеры и массы комплексов. По своим характеристикам эти объекты оказываются схожими с шаровыми скоплениями, но только с относительно большим количеством газа ($\sim 50 M_\odot$).

1. *Свойства оптических линий поглощения.* Квазизвездные объекты (КЗО) в силу своей яркости и удаленности позволяют исследовать свойства диффузной межгалактической среды (м. г. с.) и объектов «по дороге». Так, например, по отсутствию поглощающей особенности на $\lambda = 1216(1+z)A$ в непрерывном спектре квазара 3С 9 ($z_{\text{cm.}} = 2.0$) было получено [1] ограничение $n_{\text{HI}} < 3 \cdot 10^{-11}$ см $^{-3}$ на плотность м. г. водорода. Таким же методом в [2] получили ограничение $n_{\text{HI}} < 6 \cdot 10^{-12}$ см $^{-3}$ для более близких областей по квазару 3С 273 ($z_{\text{cm.}} = 0.16$). В спектрах далеких КЗО ($z_{\text{cm.}} > 2.0$) с Земли можно наблюдать большое число узких линий поглощения с $z_{\text{abs.}} < z_{\text{cm.}}$ (например, [3, 4]). Более широкие и сильные из них со скоростями разлета в системе источника

$$\frac{\Delta V_0}{c} = \frac{(1+z_{\text{cm.}})^2 - (1+z_{\text{abs.}})^2}{(1+z_{\text{cm.}})^2 + (1+z_{\text{abs.}})^2} < 10^{-2}$$

формируются, скорее всего,

в газовых оболочках самих КЗО, а более узкие и слабые с $\frac{\Delta V_0}{c} > 10^{-2}$ — в каких-то объектах «по дороге» [5].

Многочисленные «внешние» линии поглощения по своим свойствам делятся на два класса. Класс I — линии, отождествляемые, в основном, с линиями ионов металлов, собранными в отдельные системы с разными $z_{\text{наб.}}$. Класс II — одиночные линии с $\lambda_{\text{наб.}} < 1216(1 + z_{\text{см.}}) \text{ \AA}$, плохо поддающиеся отождествлению. Линии поглощения I класса, по-видимому, формируются в газовых облаках протяженных корон массивных S-галактик (например, [6, 7]). Подтверждением этой гипотезы может служить некоторое сходство линий этого класса с УФ-линиями поглощения, наблюдаемыми в спектрах ярких звезд нашей Галактики (например, [8]). Из предположения о формировании линий I класса в корональных газовых облаках следует, что квазары с большим числом систем поглощения наблюдаются сквозь многочисленные короны S-галактик, расположенных «по дороге» на разных z . Это может привести к ряду наблюдательных особенностей этих КЗО. Например, в [9] указывалось на возможный у них эффект большей дисперсии величины фарадеевского вращения в радиодиапазоне. И это, как будто, действительно имеет место [10]. Во всяком случае эти наблюдения не противоречат следующим параметрам поглощающих газовых комплексов: $D \approx 50$ кпк, $n \approx 10^{-3} \text{ см}^{-3}$, $H \approx 2 \cdot 10^{-6} \text{ Гс}$.

Вопрос о природе линий поглощения II класса остается до сих пор открытым. Линдс [11] предположил, что они являются линиями L_{α} , расположенными каждая на своем $z_{\text{наб.}}$ — это, так называемый, «лес линий L_{α} ». Правда, не все с ним согласны (например, [12, 13]). Однако можно думать, что какая-то часть ($\sim 20\%$) этих линий поглощения все же связана с L_{α} [13]. Коротко остановимся на свойствах линий II класса [4, 14—16] и на гипотезах относительно природы объектов, в которых они могли бы формироваться [17—25].

1) Характерные ширины линий соответствуют дисперсии скоростей в системе покоя источника $\sim (30-100) \text{ км/с}$, и в них не наблюдаются характерные для линий I класса расщепления на величину, равную примерно их ширине.

2) Линии II класса не входят в системы, характерные для линий I класса, хотя иногда они связаны с линиями L_{β} и OVI.

3) В распределении числа линий по z не наблюдается характерной для линий I класса скученности в масштабах скоплений галактик. В среднем на интервал $\Delta z = 1$ для $z = 2, 3$ приходится около 50 линий II класса, для которых в дифференциальном распределении заметен эволюционный

эффект: $N(z) \sim (1+z)^{1.51 \pm 0.22}$. Из этой зависимости можно сделать два вывода: или пространственная плотность поглощающих облаков изменяется со временем по закону $n_{\text{обл.}} \sim (1+z)^2$ при $R_{\text{обл.}} \approx \text{const}$, или они изменяют свой размер $R_{\text{обл.}} \sim (1+z)^{-1}$ при $n_{\text{обл.}} \approx \text{const}$. Разделить оба этих возможных вида эволюции облаков пока не представляется возможным.

4) Эквивалентные ширины (W_0) линий II класса, приведенные к $z=0$, не превосходят 1А, что соответствует $N_{\text{HI}} \approx 10^{14} \text{ см}^{-2}$ (хотя встречаются случаи и $N_{\text{HI}} > 10^{16} \text{ см}^{-2}$). Наблюдаемое распределение по W_0 можно записать в виде

$$N(W_0) \sim \exp(-W_0/W^*),$$

где $W^* = 0.16-0.26 \text{ А}$, а распределение по N_{HI} имеет вид

$$P(N_{\text{HI}}) \sim N_{\text{HI}}^{-\beta}, \text{ где } \beta = 2.0.$$

5) Возможна слабая корреляция между величинами N_{HI} и дисперсиями скоростей (ширинами линий).

6) Параметры линий «леса» мало зависят от величины $z_{\text{см.}} - z_{\text{абс.}}$ и слабо изменяются при переходе от одного КЗО к другому.

7) Вид функции распределения по N_{HI} и дисперсиям скоростей мало изменяется при переходе от $z=2$ к $z=3$.

В работе [17] предполагалось, что линии «леса» формируются во внутренних областях (2—3 кпк) протогалактик (ПГ) с массами $10^{8+9} M_{\odot}$. Основная же масса газа ($10^{11+12} M_{\odot}$), находящаяся во внешних областях (20—30 кпк), ионизована фоновым УФ-излучением от КЗО. В работе [18] рассматривался вопрос об образовании линий в гравитационно связанных газовых политропных ПГ ($M \approx 10^{10-11} M_{\odot}$, $D = 1 \text{ Мпк}$, $n = 10^{-5} \text{ см}^{-3}$), находящихся в поле ионизирующего излучения КЗО. В работах [4, 19] обсуждалась гипотеза, связывающая линии «леса» с м. г. газовыми облаками размером от сотен пк до десятков кпк и с массами $10^{7-8} M_{\odot}$, удерживающимися от расширения давлением внешней разреженной и горячей среды. Пространственная плотность таких облаков должна достигать $\sim 10^{2-3} \text{ Мпк}^{-3}$ на $z \approx 2.5$. Похожая картина рассматривалась в работе [13], в которой отмечалось, что внутреннее давление в облаках ($n \approx 0.3 \text{ см}^{-3}$, $T \approx 10^4 \text{ К}$) того же порядка, что и давление в гипотетических «блинах» второго поколения. Такие «блины» могут располагаться между «блинами» первого поколения, проэволюционировавшими в современные сверхскопления. В работе [20] говорилось о возможном формировании линий

поглощения II класса в расширяющихся уплотненных оболочках, образующихся при взаимодействии м. г. среды с мощным ветром от КЗО (см. также [21]).

В ряде работ Я. Оорта (например, [22, 23]) ставился вопрос о возможном формировании линий II класса в газовых «блинах» ($M_{\text{tot}} \approx 10^{15} M_{\odot}$, $R \approx 50$ Мпк), сильно ионизованных ($n_{\text{H II}}/n_{\text{H I}} = 10^9$) излучением КЗО. Однако такая точка зрения критиковалась в [13, 24] как со стороны частоты встречаемости линий «леса», так и допустимых размеров L_{α} -поглощающих облаков. В работе [25] выдвигается оригинальное предположение о формировании линий «леса» в богатых газом ($M_{\text{H I}} > 10^7 M_{\odot}$) карликовых галактиках ($L \approx 10^{8-9} L_{\odot}$, $D \approx 1$ кпк), находящихся на стадии истечения газа уже при умеренном темпе звездообразования. Пространственная плотность галактик-карликов ($\sim 10-10^3$ Мпк $^{-3}$) не противоречит ни частоте встречаемости линий «леса» в спектрах КЗО, ни уровню оптического фонового излучения.

2. Поглощение в радиолинии 21 см. А. Казалось бы, вопрос о природе линий поглощения II класса в водородных облаках можно прояснить, исходя из дополнительных данных относительно поглощения в радиолинии 21 см. Однако линия поглощения 21 см встречается в радиоспектрах далеких КЗО довольно редко (за исключением случаев угловой близости КЗО и S-галактик). Кроме того, эти радиолинии очень узкие (< 10 км/с), несмотря на то, что в среднем $N_{\text{H II}} > N_{L_{\alpha}}$ (см $^{-2}$). (Сведения относительно наблюдаемых случаев линий поглощения 21 см и их свойств собраны в табл. 1 и 2). Возможно, это свидетельствует в пользу той точки зрения, что линии поглощения «леса» и 21 см хотя и формируются «по дороге», однако или в разных объектах, или в разных зонах одного и того же объекта. В последнем случае область формирования линий 21 см, должна занимать гораздо меньший центральный объем, чем и может объясняться гораздо меньшей частотой их встречаемости.

Остановимся кратко на предположениях относительно природы облаков HI, ответственных за появление линий поглощения 21 см. В работе [26] рассматривается ситуация, когда линии 21 см образуются в коронах массивных галактик. Плотные облака могут появиться в них при выметании газа из карликовых галактик-спутников, падающих на центральную галактику. По оценкам авторов, для согласования с наблюдаемой частотой появления линий поглощения 21 см, достаточно иметь в короне галактики 1—10 облаков HI при $z = 0$ и $\sim 10^3$ облаков при $z = 2$. Масса облаков принимается $10^{6-7} M_{\odot}$. В работе [27] на основе наблюдаемой слабой корреляции между появлениями линий поглощения 21 см и Mg II делает-

Таблица 1

| Объект ($z_{\text{ед.}}$) | $z_{\text{abs.}}$ (21 см) | Примечания | Литература |
|--|---------------------------|---|------------|
| 3С 286 (0.846) | 0.692 | $\Delta V=8.2$ км/с $\tau=0.11$ $N_{\text{H}}=3 \cdot 10^{18}$ Т _s см ⁻² $T_s=100$ | [1, 2] |
| 3С.196 (0.871) | 0.437 | Поглощение наблюд. в протяженном радиокомпоненте. Линии поглощения расщеплены на 20 км/с | [3] |
| A0 0235+164 (Lacertae $z>0.85$) | 0.524 | $\Delta V=10$ км/с | [4-6] |
| 1229-02 (1.038) | 0.394 | Есть оптическая система $z_{\text{abs.}}=0.395$ (Mg II, Mg I) $\Delta V=12$ км/с $N_{\text{H I}}=3.3 \cdot 10^{20}$ (Т _s /100) см ⁻² | [7, 8] |
| PKS 11.57+014 (1.978) | 1.944 | $z_{\text{abs.}}=1.94$; в оптической системе есть широкая абс. L _α с тем же z | [9] |
| Q 1331+170 (2.081) MC3 | 1.77 | $\Delta V=8.5$ км/с $N_{\text{H}}=7.6 \cdot 10^{20}$ см ⁻² $T_s < 1000$ К Есть шир. L _α абс. $z_{\text{abs.}}=1.79$ | [10] |

Примечания.

1. R. L. Brown, M. S. Roberts, *Astrophys. J. Lett.*, 184, L2, 1973. 2. M. M. Davis, L. S. May, *Astrophys. J.*, 219, 1, 1978. 3. R. L. Brown, K. J. Mitchell, *Astrophys. J.*, 264, 87, 1983. 4. A. M. Wolfe, B. J. Wills, *Astrophys. J.*, 218, 39, 1977. 5. K. J. Johnston, J. J. Broderck, J. J. Condon, A. M. Wolfe, K. Weiler, R. Genzel, A. Witzel, R. Booth, *Astrophys. J.*, 234, 466, 1979. 6. F. M. Briggs, *Astrophys. J.*, 274, 86, 1983. 7. R. L. Brown, R. E. Spencer, *Astrophys. J. Lett.*, 230, L1, 1979. 8. A. M. Wolfe, *Physica Scripta*, 21, 794, 1980. 9. A. M. Wolfe, F. M. Briggs, *Astrophys. J.*, 248, 460, 1981. 10. A. M. Wolfe, M. M. Davis, *Astron. J.*, 84, 699, 1979

Таблица 2

| Параметры | Поглощение | |
|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | Линии „леса L _α “ | 21 см |
| $\Delta V_{1/2}^0$ (км/с) | ~150 | < 10 |
| $N_{\text{H I}}$ (см ⁻²) | 10 ¹⁴ —10 ¹⁹ | 10 ¹⁸ —10 ²¹ |
| τ | 10 ⁴ —10 ⁸ | < 1 |

сы вывод, что первые формируются в толстых дисках S-галактик, обращенных к нам почти ребром, а вторые — в короне тех же галактик. Линии поглощения 21 см могли бы, в принципе, возникать в м. г. облаках, которые часто наблюдаются в окрестностях гигантских S-галактик (например, [28]) или их групп (например, [29, 30]). Параметры этих облаков примерно таковы: $M_{H I} = 10^{8-9} M_{\odot}$, $D = 20-50$ кпк, $n_{H I} = 10^{-3}-10^{-4}$ см $^{-3}$, $N_{H I} \approx 10^{18}$ см $^{-2}$ и $\Delta V_{1/2}^0 \approx 50$ км/с. Однако ясно, что такие облака не могут давать узкие (< 10 км/с) линии поглощения, а именно такие линии наблюдаются в спектрах далеких радиоисточников.

Б. Исходя из наблюдаемых ширины линий поглощения 21 см и предполагая гравитационную связанность облаков, ответственных за их появление, можно оценить оптическую светимость облаков и их размеры. Согласно [31] для E-галактик низкой светимости ($|M_B| < 20$) имеется соотношение

$$\lg \left(\frac{L_B}{L_{\odot}} \right) = 4 \lg \Delta V_{1/2} (21 \text{ см}) + 1. \quad (1)$$

Подставляя в него $\Delta V_{1/2} \leq 10$ км/с, получаем $L_B \leq 10^5 L_{\odot}$. Можно также воспользоваться зависимостью из работы [32], полученной для балджей S-галактик:

$$-M_H = 20.7 + 10 [\lg \Delta V_{20}^{\circ} (21 \text{ см}) - 2.5]. \quad (1a)$$

Здесь M_H — абсолютная звездная величина в фильтре „H α “ (1.65 мкм), ΔV_{20}° — ширина линии на 20 % от I_{\max} , исправленная на наклон галактики и собственную дисперсию скоростей газа. Подставляя $\Delta V_{20}^{\circ} \approx 10$ км/с, получаем $M_H = -6$. Из работы [33], в которой приводятся зависимости $-M^{\circ}(B) = f(\sigma_{H\beta})$ и $D_c = f(\sigma_{H\beta})$ для балджей S-галактик и гигантских H II-областей ($\sigma_{H\beta} = 0.42 \Delta V_{1/2}(H\beta)$ — дисперсия скоростей), можно получить связь между размерами и абсолютной звездной величиной

$$\lg D_c (\text{пк}) = 0.18 M^{\circ}(B) + 0.364, \quad (2)$$

где D_c — размер на уровне $25^m/\square''$.

При $M^{\circ}(B) = -3.4$, полученной из [33] при условии $\Delta V_{1/2} (21 \text{ см}) = \Delta V_{1/2}(H\beta)$, имеем $D_c = 10$ пк.

Таким образом видно, что и светимости, и размеры получаются типичными для шаровых скоплений (ш. ск.). По оцененным размерам и наблюдаемым дисперсиям скоростей легко получить вириальную массу

$M_{\text{вир.}} \sim 10^5 M_{\odot}$ и $\frac{M}{L_B} = 1$. Эти величины опять-таки близки к харак-

терным для ш. ск. Если предположить, что нейтральный водород в этих объектах распределен приблизительно однородно, то при $D = 10$ пк получается:

$$n_{\text{HI}} \approx \frac{N_{\text{HI}}}{D} \approx \frac{10^{19}}{3 \cdot 10^{19}} \approx 0.3 \text{ см}^{-3},$$

и масса водорода оказывается равной всего нескольким солнечным массам. Такое небольшое количество HI вполне можно ожидать даже и в старых ш. ск., не говоря уже о более молодых образованиях. Наблюдения (например, [34]) ш. ск. в нашей Галактике дали верхний предел на уровне $M_{\text{HI}} \leq 10 M_{\odot}$. Поэтому представляется небезытересным поиск линий поглощения 21 см в близких ш. ск., проектирующихся или на далекие радиоисточники, или на области яркого нетеплового фонового излучения.

Вопрос о возможном существовании большого числа межгалактических ш. ск. остается открытым, так как малая светимость не позволяет пока вести поиск за пределами Местной группы галактик. Однако в литературе высказывалась гипотеза, что могут существовать протошаровые скопления, являющиеся первичным звездным населением Мира, из которых впоследствии будут формироваться галактики (например, [35, 36]). Если считать, что основной вклад в среднюю плотность Мира дают именно эти ш. ск., то их пространственная плотность не должна превышать критической $\rho_c^0 \approx 5 \cdot 10^{-30} \text{ г/см}^3 = 7 \cdot 10^{10} M_{\odot}/\text{Мпк}^3$ ($H_0 = 50 \text{ км/с Мпк}$). Отсюда

$$N_{\text{ш. ск.}}^{\text{перв.}} \leq \frac{7 \cdot 10^{10}}{10^5} \approx 7 \cdot 10^5 \text{ Мпк}^{-3}. \text{ Чтобы вероятность попадания такого}$$

ш. ск. на луч зрения при $z=2$ была достаточной, надо иметь $N_{\text{ш. ск.}} \times R_{\text{ш. ск.}}^2 \cdot l \geq 1$. Отсюда можно получить $R_{\text{ш. ск.}} \geq 30$ пк, при $l=1000$ Мпк. Это больше, чем получалось из выражения (2). Однако, если учесть, что газа в протошаровых скоплениях больше, чем в старых ш. ск., то и распределен он будет более широко. (При $N_{\text{HI}} \approx 10^{19} \text{ см}^{-2}$ и $R=30$ пк имеем $M_{\text{HI}} \approx 50 M_{\odot}$). Может возникнуть вопрос: почему газ в этих ш. ск., не дает линий поглощения L_{α} ? Во-первых, их и не должно быть много в спектрах КЗО, так как и линии поглощения 21 см встречаются редко. Во-вторых, эти линии должны быть очень узкими: $\Delta \lambda_0 = \frac{\Delta V}{c} \lambda_0 \leq 0.04 \text{ \AA}$ при $\Delta V \leq 10 \text{ км/с}$ и $\lambda_0 = 1216 \text{ \AA}$, и их невозможно наблюдать, несмотря на большую оптическую толщину:

$$\tau_{L_{\alpha}} \approx n_{\text{HI}} \cdot \sigma_{L_{\alpha}} \cdot l = N_{\text{HI}} \sigma_{L_{\alpha}} \approx 10^6,$$

при $N_{\text{HI}} \approx 10^{19} \text{ см}^{-2}$ и $\sigma_{L_{\alpha}} \approx 10^{-13} \text{ см}^2$ для $\Delta V = 10 \text{ км/с}$.

Факт совпадения линий поглощения 21 см и систем с линиями поглощения ионов металлов (см. табл. 1) может быть связан с тем, что на луч зрения попадают ш. ск., входящие в состав галактических корон. Так как размер корон гораздо больше суммарного размера ш. ск. в них, то обратное утверждение будет неверно: попадание на луч зрения короны галактики еще не гарантирует попадания шарового скопления с примерно тем же $z_{\text{аб.}}$.

От такого большого количества протошаровых скоплений должно было бы наблюдаться сильное фоновое излучение, соответствующее объемной светимости

$$\Phi_B = (10^5 L_{\odot}) \cdot 7 \cdot 10^5 \approx 7 \cdot 10^{10} L_{\odot} / \text{Мпк}^3.$$

Это превышает верхний предел фонового потока $F_B = 3.4 \cdot S_{10}$ в фильтре «В», что соответствует величине $\Phi_B = 1.4 \cdot 10^9 L_{\odot} / \text{Мпк}^3$ в настоящую эпоху (см., например, [25, 37]). Однако не надо забывать, что максимум фонового излучения от далеких протошаровых скоплений из-за красного смещения уже не будет приходиться на оптический диапазон, а может переместиться в более красную область. Вопрос же об уровне фонового излучения в микронной области пока не выяснен. В работе [38] есть некоторые указания на то, что этот уровень достаточно высок.

Итак, наблюдения как будто не противоречат предположению о том, что узкие линии поглощения 21 см могут формироваться в газовом компоненте карликовых систем, если пространственная плотность последних достигает $10^5 - 10^6 \text{ Мпк}^{-3}$ при размерах в несколько десятков парсек. Карликовые галактики ($D \approx 1 \text{ кпк}$), в которых начался процесс звездообразования, приводящий к выметанию газа из системы, могут быть ответственными за линии поглощения «леса L_{α} » в спектрах далеких КЗО. Отметим, что в литературе рассматривалась возможность того, что карликовые E-галактики являются центральными малодисперсионными остатками более массивных систем, в которых за время бурного звездообразования выметается до 50% общей массы (например, [39]).

При обсуждении вопроса о природе объектов, ответственных за линии поглощения 21 см, следует еще оценить влияние фонового УФ-излучения на область HI. Согласно, например, [40] для ионизации газового облака с однородной плотностью \bar{n} и размером R требуется, чтобы поток ионизирующих квантов

$$I_0 > 3 \cdot 10^{-41} R \cdot \bar{n}^2 \text{ (эрг/см}^2 \text{ с ср Гц)}.$$

Для рассматриваемой нами возможности формирования линии поглощения 21 см в протошаровых скоплениях получается

$$I_0 > 3 \cdot 10^{-23} \text{ (эрг/см}^2 \text{ с ср Гц)} \text{ при } \bar{n} = 0.1 \text{ см}^{-3}$$

и $R = 30$ пк. А фон при $\lambda < 1000 \text{ \AA}$, обусловленный КЗО, согласно [41], составляет примерно $< 7 \cdot 10^{-23}$ (эрг/см² с ср Гц). Видно, что нейтральный газ в протошаровых скоплениях находится на грани ионизации уже при $z = 0$. При $z \geq 1$ УФ-фон от КЗО выше, но и газа в скоплениях может быть больше. Поэтому возможно, что в далеких протошаровых скоплениях газ все еще остается и в нейтральном состоянии. Однако ситуация может резко измениться, когда ш. ск. находится в богатом скоплении галактик, в котором сильно рентгеновское излучение горячего газа.

Если воспользоваться данными работ [42, 43], то видно, что фоновое рентгеновское излучение в области 1 КэВ составляет $\sim 5 \cdot 10^{-26}$ (эрг/см² с ср Гц) — это гораздо ниже полученного нами ионизационного предела для HI в протошаровом скоплении. Однако в центральной области ($R_c = 0.55$ Мпк) скопления с $L_{XR} \sim 10^{46}$ эрг/с рентгеновский фон в области 2—4 КэВ составляет уже

$$\sim 7 \cdot 10^{-22} \text{ (эрг/см}^2 \text{ с ср Гц)}.$$

Этого вполне достаточно для ионизации газа в протошаровом скоплении. Может быть именно с этим фактом связано наблюдаемое отсутствие «скученности» на масштабах скоплений галактик у объектов, ответственных за линии поглощения «леса L_α ». Вопрос же о степени «скученности» линий поглощения 21 см пока открыт ввиду скудности наблюдательного материала. С нашей точки зрения они, так же, как и линии «леса», не должны показывать скученности.

Институт космических исследований
АН СССР

POSSIBLE ROLE OF DWARF GALAXIES AND GLOBULAR CLUSTERS IN THE FORMATION OF L_α AND 21 cm ABSORPTION LINES IN THE SPECTRA OF DISTANT QSO

B. V. KOMBERG

This paper considers the main observational characteristics of absorption lines of classes I and II which are formed in the spectra of distant quasars when the line of sight crosses the gaseous complexes in the intervening objects. Emphasis has been put on the discussion of a possible nature of objects responsible for numerous class — II absorption lines (the so-called “ L_α -forest” lines). The paper considers the possible nature of clouds where 21 cm — absorption lines are formed

that are sometimes observed in radio spectra of quasars. The luminosity, size and mass of the objects responsible for the formation of 21 cm-lines are estimated in view of the narrowness of the lines (< 10 km/s) and assuming that these objects are gravitationally bounded. The objects are similar to globular clusters (g. c.) in terms of these characteristics though the former have relatively larger amounts of gas ($\sim 50 M_{\odot}$).

ЛИТЕРАТУРА

1. J. E. Gunn, B. A. Peterson, *Astrophys. J.*, 142, 1633, 1965.
2. A. F. Davidson, G. F. Hartig, W. G. Fastie, *Nature*, 269, 203, 1977.
3. A. Boksenberg, *Phys. Scripta*, 17, 205, 1978.
4. W. L. W. Sargent, *Phys. Scripta*, 21, 753, 1980.
5. R. J. Weyman, R. E. Williams, B. M. Peterson, D. A. Turnshek, *Astrophys. J.*, 234, 33, 1979.
6. M. H. Wetsheit, L. A. Collins, *Astrophys. J.*, 210, 299, 1977.
7. P. Young, W. L. W. Sargent, A. Boksenberg, *Astrophys. J., Suppl. Ser.*, 48, 455, 1982.
8. B. D. Savage, M. A. Jeske, *Astrophys. J.*, 244, 768, 1981.
9. Б. В. Комберг, А. А. Рузмайкин, Д. Д. Соколов, *Письма в Астрон. ж.*, 5, 73, 1979.
10. G. L. Weier, J. J. Perry, P. P. Kronberg, *Astrophys. J.*, 279, 19, 1984.
11. C. R. Lynds, *Astrophys. J. Lett.*, 164, L73, 1971.
12. С. А. Левшаков, Д. А. Варшалович, *Астрофизика*, 18, 49, 1982.
13. А. Г. Дорошкевич, *Астрон. ж.*, 61, 218, 1984.
14. W. L. W. Sargent, P. Y. Young, A. Boksenberg, R. F. Carswell, J. A. J. Whelan, *Astrophys. J.*, 230, 49, 1979.
15. W. L. W. Sargent, P. J. Young, A. Boksenberg, D. Tytler, *Astrophys. J., Suppl. Ser.*, 42, 41, 1980.
16. R. F. Carswell, D. C. Morton, M. G. Smith, A. N. Stockton, D. A. Turnshek, R. J. Weymann, *Astrophys. J.*, 278, 486, 1984.
17. J. Arons, *Astrophys. J.*, 172, 1972.
18. J. H. Black, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 197, 553, 1981.
19. S. P. Phillips, R. S. Ellis, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 204, 493, 1984.
20. А. М. Озерной, В. В. Черномордик, *Астрон. ж.*, 55, 236, 1978; *Astrophys. and Space Sci.*, 97, 19, 1983.
21. S. Ikeuchi, *Publ. Astron. Soc. Jap.*, 33, 211, 1981.
22. J. Oort, *Astron. and Astrophys.*, 94, 359, 1981.
23. J. Oort, *Astron. and Astrophys.*, 139, 211, 1984.
24. W. L. W. Sargent, P. Young, D. P. Schneider, *Astrophys. J.*, 256, 374, 1982.
25. C. Franson, R. Epstein, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 198, 1127, 1982.
26. J. Silk, C. Norman, *Astrophys. J.*, 234, 86, 1979.
27. F. H. Briggs, A. M. Wolfe, *Astrophys. J.*, 268, 76, 1983.
28. L. L. Cowie, C. F. Mc Kee, *Astrophys. J. Lett.*, 209, L105, 1976.
29. S. E. Schneider, G. Helou, S. E. Salpeter, Y. Terzian, *Astrophys. J. Lett.*, 273, L1, 1983.
30. S. E. Schneider, *Astrophys. J. Lett.*, 288, L33, 1985.
31. G. Lake, R. A. Schommer, *Astrophys. J.*, 280, 107, 1984.
32. A. Aaronson, J. Huckra, J. Mould, *Astrophys. J.*, 229, 1, 1979.

33. *R. Terlevitch, J. Melnick*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 195, 839, 1981.
34. *G. R. Knapp, F. J. Kerr*, Astron. and Astrophys., 35, 361, 1974.
35. *J. Silk*, Nature, 301, 574, 1983.
36. *P. J. E. Peebles*, Astrophys. J., 277, 470, 1984.
37. *R. R. Dube, W. C. Wickes, D. T. Wilkinson*, Astrophys. J., 232, 333, 1979.
38. *T. Matsumoto, M. Akiba, H. Marakami*, Preprint, 1983.
39. *H. Gerola, P. Carnevali, E. E. Salpeter*, Astrophys. J. Lett., 268, L75, 1983.
40. *R. A. Sunyaev*, Astrophys. Lett., 3, 33, 1969.
41. *F. Paresce, P. Jakobsen*, Astrophys. J., 247, 89, 1981.
42. *F. E. Marshall, F. E. A. Boldt, S. S. Holt, R. B. Miller, R. F. Mushotzky, L. A. Ross, R. E. Rothschild, P. J. Serlmitzios*, Astrophys. J., 235, 4, 1980.
43. *R. E. Rothschild, R. F. Mushotzky, W. A. Batty, D. E. Gruber, J. L. Matteson, L. E. Peterson*, Astrophys. J., 269, 423, 1983.