

УДК: 524.63—77

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГАЛАКТИЧЕСКИХ ОБЛАСТЕЙ Н II, НАБЛЮДЕННЫХ В КОНТИНУУМЕ И В РАДИОЛИНИЯХ Н 10_α И Н 110_α. I

А. В. ОСКАНЯН

Поступила 9 сентября 1987

Принята к печати 30 октября 1987

Проведен корреляционный анализ различных параметров галактических областей Н II. Полученные результаты указывают на то, что корреляции между значениями физических параметров областей Н II и их расстояниями от Солнца, а также от центра Галактики, вызваны наблюдательной селекцией. Рассмотрение ансамблей областей Н II, для которых учтены эффекты наблюдательной селекции, показало, что реально коррелируют масса области Н II и ее радиосветимость, а также параметр возбуждения и радиосветимость. Есть указания на степенную корреляцию между мерой эмиссии и линейным размером с одной стороны, и радиосветимостью с другой. Положительная корреляция между массой и радиосветимостью может быть истолкована как следствие пропорциональности между количеством образованных звезд, способных ионизовать водород, и массой ионизованного газа.

1. *Введение.* Исследование областей Н II представляет большой интерес, поскольку они связаны с процессами образования звезд спектральных классов О и В. Наблюдения областей Н II и обзора галактической плоскости в радио- и инфракрасном диапазонах, начатые в конце 60-х годов, привели к обнаружению объектов неизвестных ранее типов: сверхкомпактных и компактных областей Н II, компактных инфракрасных источников, лазерных источников H₂O и OH первого типа [1—3]. Эти классы объектов интересны тем, что их появление связано с самыми ранними стадиями звездообразования [1—5].

Настоящая работа посвящена статистическому анализу данных радионаблюдений галактических областей Н II на частоте 5 ПГц. После необходимого анализа, отбора и переработки списков имеющихся наблюдательных данных, рассмотрены корреляции между различными физическими характеристиками областей Н II: $(2R_s, D_\odot)$, (N_s, D_\odot) , (E_c, D_\odot) , (u, D_\odot) , (M, D_\odot) , $(2R_s, D_G)$, (N_s, D_G) , (E_c, D_G) , (u, D_G) , (M, D_G) , $(2R_s, I_n)$, (N_s, I_n) , (E_c, I_n) , (u, I_n) и (M, I_n) . Здесь: $2R_s$ — линейный диаметр,

N_e — электронная плотность, E_c — мера эмиссии, u — параметр возбуждения, M — масса, D_\odot — расстояние от Солнца, D_G — расстояние от центра Галактики, ln — радиосветимость области Н II. Сделана попытка оценить и учесть роль селекции, возникающей вследствие ограниченной разрешающей силы радиотелескопов, избирательно влияющей на результаты такого статистического анализа (этот эффект мы будем называть эффектом синтеза радиоисточников). Учитывается также селективность в отношении ненаблюдаемости объектов, дающих малые потоки вследствие их абсолютной слабости и нахождения на больших расстояниях от Солнца.

Полученные результаты сопоставлены с соответствующими исследованиями других авторов, а также с выводами простой теоретической модели взаимного слияния (наблюдательного синтеза) двух или более близких друг к другу областей Н II. Показано, что

а) Физически реальные корреляции могут быть непосредственно выявлены только в редуцированных ансамблях данных радионаблюдений. Все корреляции между значениями физических параметров ($2R_s$, N_e , E_c , M , u) и расстояниями D_\odot и D_G , выявленные при анализе обычных (нередуцированных) ансамблей данных, сильно искажены и, по-видимому, полностью обусловлены наблюдательной селекцией.

б) Для редуцированных ансамблей выявлены физически реальные зависимости (M , ln) и (u , ln), а также указания на корреляции (E_c , ln) и ($2R_s$, ln).

в) Корреляция (M , ln) может быть истолкована как следствие пропорциональности между общим числом образованных звезд, способных ионизовать водород, и массой ионизованного газа.

2. *Использованный материал.* В настоящей работе использованы результаты обзоров северного [6] и южного [7] неба в радиолинии Н 109_a (5 ГГц), а также северного неба [8] в радиолинии Н 110_a (4.9 ГГц). Эти обзоры были проведены соответственно на радиотелескопах: 47 м (HPBW = 6.5') НРАО США, 70 м (HPBW = 4.0') НРАО Австралии и 100 м (HPBW = 2.6') в Эффельсберге ФРГ.

Значения величины D_\odot сильно влияют на выводы статистического анализа, поскольку все физические параметры области Н II (за исключением E_c — см. формулы (3), (5) — (8) в [2]) и ее радиосветимость $ln = s_s D_\odot^2$ (s_s — поток от радиоисточника на частоте 5 ГГц в континууме [9, 10]), а также D_G определяются с ее помощью. В работах [6, 7] для многих областей Н II, находящихся в первом, либо четвертом галактических квадрантах, приведены два значения для кинематического расстоя-

ния—близкое и далекое. Соответственно, для их физических параметров $2R_s$, N_s , M , u , I_p получаются также два значения. Чтобы устранить указанную неоднозначность в расчетах, из списков [6, 7] нами использовались лишь те данные, которые по значениям расстояний от Солнца ближе к уточненным D_{\odot} , приведенным в работе [11]. Благодаря этому удалось включить в статистику 65 [6] и 111 [7] объектов.

Использованы также данные [8] об интегральных потоках— s , угловых размерах— θ , электронных температурах— T_e и расстояниях от Солнца— D_{\odot} . На их основе были вычислены значения физических параметров для 123-х областей Н II. В вычислениях мы исходили из формул работы [2], при этом близкие к единице множители $(1 + N(\text{He}^+) / N(\text{H}^+))$ и $\alpha(\nu, T_e)$ не учитывались.

Для увеличения числа объектов, статистическая обработка того же материала повторена с добавлением областей Н II с двойными расстояниями*. При этом рассматривались три варианта:

1) Области Н II с двойными расстояниями находятся на ближних расстояниях.

2) Области Н II с двойными расстояниями находятся на дальних расстояниях.

3) Выбор путем статистического моделирования. Считалось, что если случайное число, выбранное из интервала (0, 9), меньше пяти, то расстояние до области Н II с двойным расстоянием ближе, если больше чегырех, то расстояние дальше.

3. Полнота использованных списков. На рис. 1 построены диаграммы зависимости $\lg N(a)$ от a , с целью определения тех значений величины s , до которых полны используемые списки радиисточников, при этом $a = -2.5 \lg s$, а $N(x)$ — число областей Н II, для которых $a \leq x$. На каждой диаграмме отмечена работа, данные которой использованы при ее построении.

Области Н II заполняют в галактической плоскости слой толщиной ~ 100 пк. В первом приближении, его можно считать тонким и плоскопараллельным. Предполагая, что плотность и функция радиосветимости одинаковы по всему слою, для величины $\lg N(a)$ получим формулу

$$\lg N(a) = 0.4 a + c. \quad (1)$$

которая, как известно, справедлива также для любой системы объектов, расположенных равномерно в плоскости Галактики.

* Этим замечанием мы обязаны В. А. Амбарцумяну.

Из сравнения диаграмм (рис. 1) и прямой с коэффициентом наклона 0.4 видно, что во всех случаях зависимость (1) выполняется достаточно хорошо. Замедление роста диаграмм при значениях $s_v \leq 6.0$ Ян (для списков [6, 7]) и $s_v \leq 2.2$ Ян (для списка [8]), по-видимому, вызвано ограниченными возможностями регистрирующей аппаратуры. Сопоставление

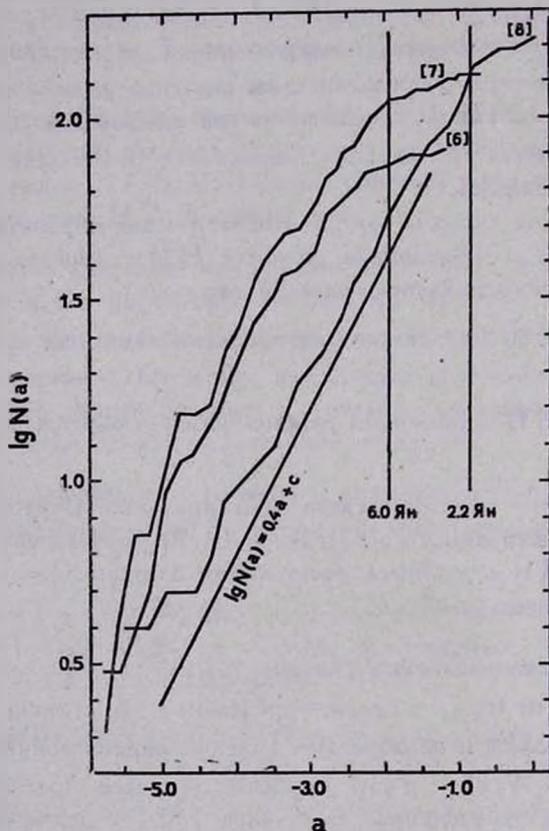


Рис. 1. Диаграммы зависимости $N(a)$ от видимой радиовеличины — a . Вертикальные прямые, отмеченные величинами 6.0 Ян и 2.2 Ян, представляют потоки, до которых полны рассматриваемые списки радиисточников.

указанных списков областей Н II показывает, что около 130 объектов из списка [8] не отождествляются с областями Н II списков [6, 7], т. е. являются не обнаруженными ранее объектами. Необходимо отметить, что из этого числа только 10% имеют $s_v \approx 6.0$ Ян. Это оправдывает принятие полноты данных работ [6, 7] до потока 6.0 Ян.

4. *Корреляционный анализ.* Австралийские астрономы [12], исследуя зависимость ($2R_s, D_{\odot}$), полученную на основе анализа данных радионаблюдений [13, 14] 75 областей Н II с известными D_{\odot} , обнаружили возможность значительного влияния на результаты исследования эффекта наблюдательного синтеза радиоисточников, когда радиоизлучение нескольких объектов из-за селекции воспринимается как поток единого источника. В работе [15] этот эффект исследован, для компактных составляющих радиоисточника W 49, на простой теоретической модели, которая приводит к следующим соотношениям:

$$\begin{aligned} 2R_s &\sim D_{\odot}, & M &\sim D_{\odot}^{5/2}, \\ N_s &\sim D_{\odot}^{-1/2}, & u &\sim D_{\odot}^{2/3}, \\ E_s &= \text{const}, \end{aligned} \quad (2)$$

подтверждающим возможность значительного влияния эффекта наблюдательного синтеза на эмпирические данные. Соотношения (2) получены при предположении

$$n \sim D_{\odot}^2 \theta_0^2,$$

где n —число синтезированных источников, а θ_0 —полуширина антенного лепестка. При истолковании эмпирической зависимости ($N_s, 2R_s$), приведенной в [3], по-видимому, следует также учесть формулу (2)—селекцию синтеза радиоисточников.

Иной эффект селекции обусловлен фактом отсутствия мощных радиоисточников на близких расстояниях $D_{\odot} \leq 2$ кпк и ненаблюдаемости абсолютно слабых источников на больших расстояниях [10].

С целью исключения влияния второго эффекта селекции на эмпирические зависимости, из исходных списков для каждого отдельного объема пространства радиусом D_{\odot} построим две выборки—редуцированную и обычную. Редуцированной выборкой галактических областей Н II, расположенных на расстояниях $D_{\odot} \leq D_{\odot}$, назовем ансамбль их данных, построенный с помощью исключения из рассмотрения (полной выборки) абсолютно слабых объектов, по признакам $I_n < s_0 D_{\odot}^2$, $I_{\square} < s_0 / \theta_0^2$ (s_0 —поток, до которого полон рассматриваемый список источников, а I_{\square} —поверхностная яркость). Под обычной же выборкой будем понимать исходные полные выборки при $D_{\odot} \leq D_{\odot}$. Члены редуцированного ансамбля, таким образом, отобраны по следующему признаку: где бы они ни находились в пределах объема радиусом D_{\odot} , все равно они будут доступны обнаружению регистрирующей аппаратурой. Для получения относительно более однородных выборок в обоих случаях исключались также объекты,

имеющие $E_c > 1.0 \cdot 10^8$ пк см⁻⁸ (поскольку большинство рассматриваемых объектов имеет $E_c \sim 10^4 - 10^5$ пк·см⁻⁸), а также области Н II, входящие в состав пространственно сбособленной группы у центра Галактики*. Не учитывались также объекты, угловые размеры которых на расстоянии D_{\odot} оказались бы меньше 0.1', поскольку в исходных списках физические параметры источников с $\theta < 0.1'$, как правило, неопределены.

В случае обоих выборок вычисления коэффициентов корреляций между величинами (x, y) проведены с помощью формулы

$$\rho(x, y) = \frac{\overline{x \cdot y} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

при значениях $x = D_{\odot}, D_G, I_n$ и $y = 2R_s, N_s, M, E_c, u$, соответственно. При этом для объектов списков [6, 7] вычисления проводились для значений $D_{\odot} = 1$ кпк, 2 кпк, ..., 15 кпк, а для объектов из [8] также при значениях $D_{\odot} = 16$ кпк, ..., 19 кпк (поскольку обозрение [8] пространственно более глубокое по сравнению с [6, 7])**.

Наличие или отсутствие корреляций между величинами (x, y) определялось по критерию

$$\left. \begin{array}{l} N_p < \bar{N}_p - 5\sigma \\ N_p > \bar{N}_p + 5\sigma \end{array} \right\} \text{корреляция существует} \quad (+)$$

$$\left. \begin{array}{l} \bar{N}_p - 5\sigma \leq N_p < \bar{N}_p - 3\sigma \\ \bar{N}_p + 3\sigma < N_p \leq \bar{N}_p + 5\sigma \end{array} \right\} \text{корреляция неопределенная} \quad (?) \quad (3)$$

$$\bar{N}_p - 3\sigma \leq N_p \leq \bar{N}_p + 3\sigma - \text{корреляция не существует} \quad (-)$$

Здесь: p — уровень значимости; N_p — число случаев, для которых $\rho(x, y)$ больше квантилей $r_{1-p/2}$ распределения; $\bar{N}_p = kp$ — среднее значение, $\sigma = [kp(1-p)]^{1/2}$ — дисперсия биномального распределения; k — количество значений D_{\odot} , для которых вычислены $\rho(x, y)$.

Результаты применения критерия (3) к вычисленным значениям $\rho(x, y)$ приведены в табл. 1 и 2 (для значения $p = 0.05$).

Поскольку не всегда корреляции между произвольными величинами (x, y) ограничиваются линейной зависимостью (см., например, (2)), нами

* При рассмотрении корреляций между $(2R_s, N_s, M, E_c, u)$ и (D_{\odot}, I_n) в случаях, учитывающих объекты с двойными расстояниями, с целью увеличения статистического материала, рассматривалась также изолированная группа областей Н II у центра Галактики, поскольку пространственная изолированность этой группы не может исказить указанные корреляции.

** В случаях, когда учитывались объекты с двойными расстояниями, мы ограничились значениями $D_{\odot} < 15$ кпк для всех трех списков.

рассматривалась также возможность существования степенных зависимостей типа

$$y = c \cdot x^d.$$

Таблица 1
НАЛИЧИЕ ЛИНЕЙНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ В ОБЫЧНОМ АНСАМБЛЕ ДАННЫХ

Литература	(E _c , D _⊙)	(2R _g , D _⊙)	(N _g , D _⊙)	(M, D _⊙)	(u, D _⊙)	(E _c , D _G)	(2R _g , D _G)	(N _g , D _G)	(M, D _G)	(u, D _G)	(E _c , I _n)	(2R _g , I _n)	(N _g , I _n)	(M, I _n)	(u, I _n)
[6]	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+
[7]	-	+	+	+	+	-	?	-	-	-	+	+	-	+	+
[8]	-	+	?	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+

Таблица 2
НАЛИЧИЕ ЛИНЕЙНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ В РЕДУЦИРОВАННОМ АНСАМБЛЕ ДАННЫХ

Литература	(E _c , D _⊙)	(2R _g , D _⊙)	(N _g , D _⊙)	(M, D _⊙)	(u, D _⊙)	(E _c , D _G)	(2R _g , D _G)	(N _g , D _G)	(M, D _G)	(u, D _G)	(E _c , I _n)	(2R _g , I _n)	(N _g , I _n)	(M, I _n)	(u, I _n)
[6]	-	-	-	-	-	-	-	?	-	-	-	-	-	+	+
[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	?	?	-	+	+
[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+

С этой целью были вычислены коэффициенты корреляций для логарифмов исследуемых величин. Отбор с помощью критерия (3) отражен в табл. 3 и 4. Аналогичные результаты для указанных трех вариантов с включением областей Н II с двойными расстояниями приведены в табл. 5—8.

Таблица 3
НАЛИЧИЕ СТЕПЕННОЙ КОРРЕЛЯЦИИ В ОБЫЧНОМ АНСАМБЛЕ ДАННЫХ

Литература	(E _c , D _⊙)	(2R _g , D _⊙)	(N _g , D _⊙)	(M, D _⊙)	(u, D _⊙)	(E _c , D _G)	(2R _g , D _G)	(N _g , D _G)	(M, D _G)	(u, D _G)	(E _c , I _n)	(2R _g , I _n)	(N _g , I _n)	(M, I _n)	(u, I _n)
[6]	+	+	+	+	+	-	+	+	+	?	-	+	+	+	+
[7]	?	+	+	+	+	+	-	?	-	?	-	+	+	+	+
[8]	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+

Табл. 1—8 показывают, что корреляции между физическими параметрами областей Н II и расстояниями D_{\odot} и D_G наблюдаются только в обычных ансамблях. В редуцированных ансамблях все корреляции отсутствуют,

Таблица 4
НАЛИЧИЕ СТЕПЕННОЙ КОРРЕЛЯЦИИ В РЕДУЦИРОВАННОМ АНСАМБЛЕ ДАННЫХ

Литература	(E_c, D_{\odot})	$(2R_s, D_{\odot})$	(N_e, D_{\odot})	(M, D_{\odot})	(u, D_{\odot})	(E_c, D_G)	$(2R_s, D_G)$	(N_e, D_G)	(M, D_G)	(u, D_G)	(E_c, In)	$(2R_s, In)$	(N_e, In)	(M, In)	(u, In)
	[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	?	-	+	+
[8]	?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+

Таблица 5
НАЛИЧИЕ ЛИНЕЙНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ В ОБЫЧНОМ АНСАМБЛЕ ДАННЫХ

Литература	Вариант	(E_c, D)	(R_s, D_{\odot})	(N_e, D_{\odot})	(M, D_{\odot})	(u, D_{\odot})	(E_c, D_G)	$(2R_s, D_G)$	(N_e, D_G)	(M, D_G)	(u, D_G)	(E_c, In)	$(2R_s, In)$	(N_e, In)	(M, In)	(u, In)
		[6]	1	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-
	2	-	+	+	+	+	-	-	+	-	?	-	+	-	+	+
	3	-	+	+	+	+	-	-	+	-	?	?	+	-	+	+
[7]	1	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+
	2	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+
	3	-	+	+	+	+	?	?	+	-	-	+	+	-	+	+
[8]	1	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+
	2	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+
	3	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+

кроме связей (M, In) , (u, In) и $(2R_s, In)$ (последняя связь проявляется для объектов списков [7, 8], при учете областей Н II с двойными расстояниями). Заслуживает внимания также существование степенной корреляции (E_c, In) в редуцированных ансамблях списков [7, 8]. Это говорит о том, что обычные ансамбли данных сильно подвержены наблюдательной селекции, которая в значительной степени отсутствует в редуцированных ансамблях. Для того, чтобы оценить, насколько свободны от влияния селекции наблюдательного синтеза корреляции (M, In) , (u, In) и $(2R_s, In)$, выявленные из анализа редуцированных ансамблей данных, достаточно

Таблица 6
НАЛИЧИЕ ЛИНЕЙНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ В РЕДУЦИРОВАННОМ АНСАМБЛЕ ДАННЫХ

Литература	Вариант	(E_c, D_{\odot})	$(2R_s, D_{\odot})$	(N_s, D_{\odot})	(M, D_{\odot})	(u, D_{\odot})	(E_c, D_G)	$(2R_s, D_G)$	(N_s, D_G)	(M, D_G)	(u, D_G)	(E_c, I_n)	$(2R_s, I_n)$	(N_s, I_n)	(M, I_n)	(u, I_n)
[6]	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	?	-	-	+	+
	2	-	-	-	-	-	-	-	?	-	-	?	-	-	+	+
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	?	-	-	+	+
[7]	1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+
	3	-	-	-	?	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+
[8]	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	?	+	-	+	+
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	?	+	-	+	+
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	?	+	-	+	+

Таблица 7
НАЛИЧИЕ СТЕПЕННОЙ КОРРЕЛЯЦИИ В ОБЫЧНОМ АНСАМБЛЕ ДАННЫХ

Литература	Вариант	(E_c, D_{\odot})	$(2R_s, D_{\odot})$	(N_s, D_{\odot})	(M, D_{\odot})	(u, D_{\odot})	(E_c, D_G)	$(2R_s, D_G)$	(N_s, D_G)	(M, D_G)	(u, D_G)	(E_c, I_n)	$(2R_s, I_n)$	(N_s, I_n)	(M, I_n)	(u, I_n)
[6]	1	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
	2	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
	3	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
[7]	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	?	-	+	+	+	+
	2	?	+	+	+	+	?	+	?	+	?	-	+	+	+	+
	3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	?	-	+	+	+	+
[8]	1	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+
	2	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+
	3	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+

обратить внимание на отсутствие в редуцированных ансамблях корреляционных связей (M, D_{\odot}) , (u, D_{\odot}) и $(2R_s, D_{\odot})$. Действительно, уже из сопоставления формул простой модели синтеза

$$\begin{aligned}
 2R_s &\sim I_n^{1/2}, & 2R_s &\sim D_{\odot}, \\
 M &\sim I_n^{5/4}, & M &\sim D_{\odot}^{5/2}, \\
 u &\sim I_n^{1/3}, & u &\sim D_{\odot}^{2/3}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

НАЛИЧИЕ СТЕПЕННОЙ КОРРЕЛЯЦИИ В РЕДУЦИРОВАННОМ АНСАМБЛЕ ДАННЫХ

Литература	Вариант	(E_c, D_C)	$(2R_s, D_C)$	(N_s, D_C)	(M, D_C)	(u, D_C)	(E_c, D_G)	$(2R_s, D_G)$	(N_s, D_G)	(M, D_G)	(u, D_G)	(E_c, I_n)	$(2R_s, I_n)$	(N_s, I_n)	(M, I_n)	(u, I_n)
[6]	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	2	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
[7]	1	-	-	-	-	-	?	-	?	-	-	+	+	-	+	+
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+
	3	-	-	-	-	-	?	-	-	-	-	+	+	-	+	+
[8]	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+

видно, что такая селекция должна сильнее влиять на зависимости (M, D_C) , $(2R_s, D_C)$, (u, D_C) , чем на зависимости (M, I_n) , $(2R_s, I_n)$ и (u, I_n) . Между тем, наблюдается обратное. Это говорит о физической реальности выявленных корреляций.

5. *Обсуждение результатов.* Выявленные корреляции (M, I_n) и (u, I_n) можно легко интерпретировать. Вторая из них является очевидным следствием выражения (8) работы [2], которая с учетом $I_n = s_c \cdot D_C^2$ сразу превращается в соотношение

$$u = c \cdot T_s^{0.175} \cdot I_n^{1/3}.$$

Гораздо интереснее с астрофизической точки зрения первая зависимость — (M, I_n) . Простые преобразования приводят к формуле

$$I_n \sim N_s \cdot M,$$

которая означает пропорциональность между массой и радиосветимостью, поскольку корреляционный анализ указывает на отсутствие связи между N_s и I_n . С другой стороны, радиосветимость области Н II зависит от количества переработанных туманностью УФ-квантов, которое пропорционально числу возбуждающих ее звезд спектральных классов O и B*. В таком случае положительная корреляция (M, I_n) может быть истолкована

* Это правильно в том случае, когда область Н II ограничена ионизацией ionization bounded [16]).

как следствие пропорциональности количества образованных звезд, способных ионизовать водород, и массой ионизованного газа.

Несложные преобразования приводят к формулам

$$2R_s \sim N_*^{-2.3} \cdot I_n^{1.3}, \quad E_c \sim N_*^{4/3} \cdot I_n^{1.3},$$

которые, при отсутствии корреляции между N_* и I_n , указывают на существование слабых степенных связей между $2R_s$, E_c и I_n .

В заключение подчеркнем, что статистический анализ, проведенный на основе обычных ансамблей, как показывают результаты этой работы, подвержен сильному воздействию наблюдательной селекции. Для получения физически реальных эмпирических зависимостей следует использовать редуцированные ансамбли данных.

Автор считает своим приятным долгом выразить глубокую благодарность В. А. Амбарцумяну за рассмотрение настоящей работы и за ряд ценных замечаний, а также сотрудникам обсерватории Н. С. Варданыц, М. О. Закарян и М. С. Мирзояну за помощь, оказанную при вычислениях.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

STATISTICAL ANALYSIS OF GALACTIC H II REGIONS OBSERVED IN CONTINUUM AND RECOMBINATION LINES H 109_α AND H 110_α. I.

A. V. OSKANYAN

A correlation analysis of different parameters of galactic H II regions is carried out. The obtained results have shown that the noticed correlations between the physical parameters of H II regions on the one hand and their distances from the Sun— D_{\odot} and the galactic center— D_G on the other are due to observational selections. The analysis of reduced data ensembles has revealed correlations between masses and radioluminositities of H II regions and their excitation parameters and radioluminositities. There are some indications of nonlinear correlations between emission measures and linear dimensions on the one hand and radioluminositities on the other. The positive correlation between masses and radioluminositities of H II regions can be explained as a consequence of proportionality between the quantity of ionizing OB stars and the mass of ionized gas.

ЛИТЕРАТУРА

1. P. G. Mezger, *Interstellar Ionized Hydrogen*, ed. Y. Terzian, New York, Amsterdam, W. A. Benjamin, Inc., 1968, p. 33.
2. J. Schraml, P. G. Mezger, *Astrophys. J.*, 156, 269, 1969.
3. H. J. Habing, F. P. Israel, *Ann. Rev. Astron. and Astrophys.*, 17, 345, 1979.
4. П. Г. Мецгер, И. Е. Вунк, *Инфракрасная и субмиллиметровая астрономия*, ред. Дж. Фаццо, Мир, М., 1979, стр. 55.
5. C. G. Wynn-Williams, *Ann. Rev. Astron. and Astrophys.*, 20, 587, 1982.
6. E. C. Reifstein III, T. L. Wilson, B. F. Burke, P. G. Mezger, W. J. Altenhoff, *Astron. and Astrophys.*, 4, 357, 1970.
7. T. L. Wilson, P. G. Mezger, F. F. Gardner, D. K. Milne, *Astron. and Astrophys.*, 6, 364, 1970.
8. D. Downes, T. L. Wilson, J. Biegling, J. Wink, *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*, 40, 379, 1980.
9. P. G. Mezger, in "The Spiral Structure of Our Galaxy", IAU Symp. No. 38, eds. W. Becker, G. Contopoulos, D. Reidel, Publishing Company, Dordrecht-Holland, 1970, p. 107.
10. L. F. Smith, P. Biermann, P. G. Mezger, *Astron. and Astrophys.*, 66, 65, 1978.
11. Y. M. Georgelin, Y. P. Georgelin, *Astron. and Astrophys.*, 49, 57, 1976.
12. P. A. Shaver, W. M. Goss, *Austral. J. Phys. Astrophys. Suppl.*, 14, 133, 1970.
13. W. M. Goss, P. A. Shaver, *Austral. J. Phys. Astrophys. Suppl.*, 14, 1970.
14. P. A. Shaver, W. M. Goss, *Austral. J. Phys. Astrophys. Suppl.*, 14, 77, 1970.
15. P. G. Mezger, J. Schraml, Y. Terzian, *Astrophys. J.*, 150, 807, 1967.
16. M. Fellt, *Stars and Star Systems*, ed. B. E. Westerlund, D. Reidel, Publishing Company, Dordrecht, Holland, 1979, p. 195.