

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 9

МАЙ, 1973

ВЫПУСК 2

СПЕКТРАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИРРЕГУЛЯРНОЙ ГАЛАКТИКИ NGC 520

Э. Е. ХАЧИКЯН

Поступила 23 апреля 1973

Приведены результаты спектрального изучения иррегулярной галактики NGC 520. Спектры получены в кассегреновском фокусе 200" телескопа обсерватории Хейлл (США) с помощью спектрографа Боуэна, с дисперсией около 85 А/мм.

В спектре северной части галактики наблюдаемы эмиссионные линии [OIII] $\lambda\lambda$ 5007 и 4959, H β и [OII] λ 3727, причем первые три линии имеют точечное изображение, в то время как λ 3727 простирается по всей галактике на расстояние 5400 лс. Показано, что линии [OIII], H β и часть линии λ 3727 принадлежат сверхассоциации, имеющей размеры около 750 лс.

В спектре южной части галактики из эмиссионных линий наблюдается лишь λ 3727, которая также простирается по всей высоте щели. В обеих частях галактики, кроме отмеченных выше эмиссионных линий, наблюдается спектр поглощения раннего типа. Линии поглощения, как и λ 3727, наблюдаются по всей высоте щели. Предполагается наличие в спектре галактики триплета OII $\lambda\lambda$ 4070, 4072, 4076, наблюдаемого в спектрах ранних звезд типа B1—B2.

Делается заключение: либо в галактиках типа M 82 существенную роль играет звездное население I типа, либо NGC 520 не является галактикой типа M 82.

Линия H β в спектре сверхассоциации состоит из двух компонентов: эмиссионного и абсорбционного, причем эмиссионный компонент смещен относительно абсорбционного в длинноволновую часть спектра на величину, соответствующую скорости порядка 200—250 км/сек. Остальные эмиссионные линии также смещены относительно линий поглощения в сторону длинных волн примерно на ту же величину.

В спектре же южной части галактики λ 3727 смещена относительно линий поглощения в коротковолновую область на величину, соответствующую скорости порядка 120 км/сек.

Показано, что газовые составляющие северной и южной частей галактики расходятся друг от друга со скоростью примерно 400 км/сек.

Делается заключение, что это движение газа наружу, как и в M 82, вызвано взрывным процессом, имевшим место в центральной области NGC 520.

1. *Введение.* NGC 520 относится к иррегулярным галактикам типа M 82 [1], которые имеют довольно сложную морфологическую структуру. Она включена в атлас пекулярных галактик Арпа [2] (№ 157) и приведена в атласе взаимодействующих галактик Б. А. Воронцова-Вельяминова [3] (№ 23). В морфологическом каталоге галактик (MCG) [4], в котором NGC 520 находится под номером 1—4—52, она охарактеризована как „два слившихся тела с хвостами“ и считается взаимодействующей парой. Некоторые данные об этой галактике собраны в справочном каталоге ярких галактик де Вокулеров [5] и в MCG [4].

По данным Шепли и Эймса [6] интегральная яркость галактики равна $m_{pg} = 12.4$, наибольший диаметр — 3.0, наименьший — 0.7; по Стеббинсу и Витфорду [7] ее интегральная фотоэлектрическая величина, измеренная с диафрагмой 128", равна $m_{pv} = 12.63$; по данным Холмберга [8] $m_{pg} = 12.35$, $m_{pv} = 11.54$, а $CI = 0.81$ (для области с размерами 6.8×2.9). Интегральная фотографическая величина этой галактики по Хюмассону, Мейолу и Сандейджу $m_{pg} = 12.2$ [9]. Ходж [10] измерил U, B, V величины центральной области NGC 520 с диафрагмой, равной 41", и получил для них значения: $V = 12.47$, $B - V = 0.70$ и $U - B = 0.21$. Петтит [11] фотоэлектрическим методом оценил интегральную яркость этой галактики, используя различные диафрагмы. Его результаты помещены в табл. 1, в которой приведены интегральная яркость галактики, показатель цвета и размер соответствующей диафрагмы.

Таблица 1

m_{pg}	CI	d
14.70	0.57	0.3
12.16	0.76	4.1
12.16	0.75	2.5×5.7

Спектральные исследования этой галактики посвящены в основном определению ее красного смещения. При довольно большом обзоре галактик, выполненном Мейолом [12] на 36" Кросслеевском телескопе с целью обнаружения эмиссионной линии $\lambda 3727$ [ОII], таковой у NGC 520 не было наблюдеено. Однако позднее Мейол и А. де Вокулёр [13] наблюдали эту линию в яркой части галактики наряду с рядом линий поглощения. В более слабой южной части NGC 520, расположенной на расстоянии примерно 46" от наиболее яркой, линия $\lambda 3727$ ими не была наблюдеена, хотя пять линий поглощения в этой

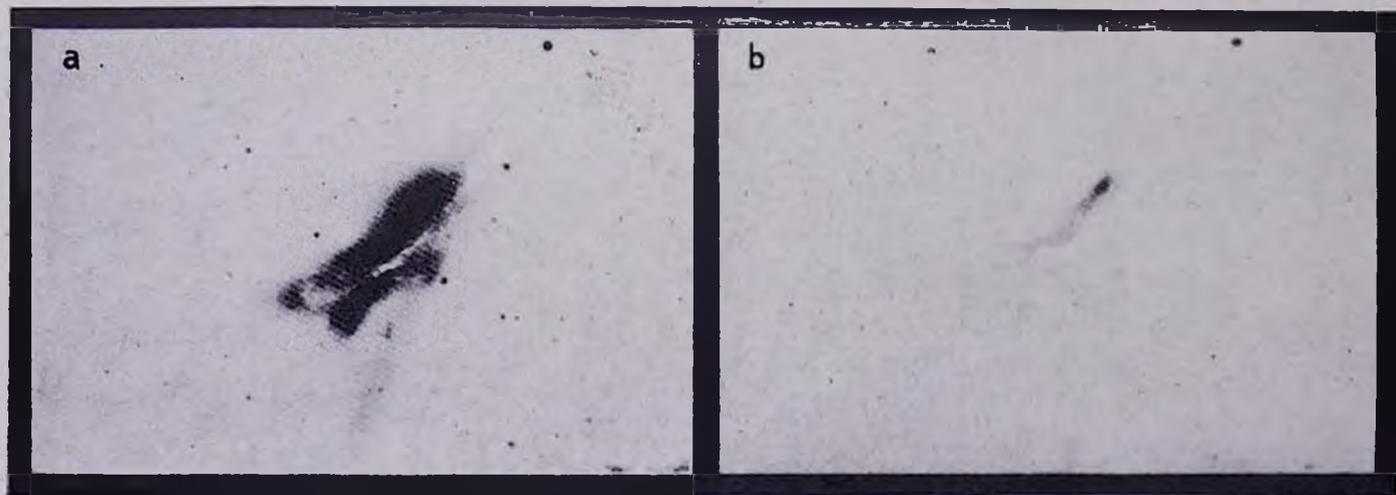


Рис. 1. Фотографии NGC 520: а) 200" телескоп, экспозиция 30 мин на пластинках 103а-D через фильтр GG-1; б) 100" телескоп, экспозиция 1^h45^m на пластинках 103а-O Vaked через фильтр UG-2. Север — сверху, восток — слева.

К ст. Э. Е. Хачикяна

области были хорошо видны. По этим линиям оценены красные смещения для этих областей, которые, согласно этим авторам, оказались равными: $V_0 = 2422$ км/сек (для яркой области галактики) и $V_0 = 2857$ км/сек (для слабой). В [13] отмечается также, что спектр обеих областей NGC 520 абсорбционный, типа А—F, причем линии в яркой части галактики несколько наклонены. Эти данные о величине красного смещения несколько отличаются от данных [9], согласно которым красное смещение NGC 520 равно $V_0 = 2177$ км/сек. Однако в [9] не указано, какая именно область галактики была исследована.

Подробное обсуждение физических особенностей иррегулярных галактик типа М 82 выполнено Б. Е. Маркаряном [14]. В частности, большое внимание в [14] было уделено вопросу о несоответствии между цветом и спектром галактик этого типа. Поэтому детальное спектральное исследование галактик типа М 82 представляет большой интерес. В настоящей статье приведены результаты такого исследования для галактики NGC 520.

2. Наблюдательный материал и его обработка. Д-р Арп любезно предоставил в распоряжение автора две прямые фотографии NGC 520, одна из которых получена в первичном фокусе 200" телескопа на пластинках 103а-D и с фильтром GG-1 (экспозиция 30 мин), а другая — на 100" телескопе на пластинках 103а-0 Baked через фильтр UG-2 (экспозиция 1^h45^m). Репродукции этих снимков (примерно с одинаковым масштабом) приведены на рис. 1, причем левый снимок получен на 200" телескопе.

Как видно из этих рисунков, галактика состоит из двух резко отличающихся друг от друга по внешнему виду частей, разделенных темным поглощающим слоем. Северная часть NGC 520, более яркая и менее однородная, состоит из нескольких сгущений. Одно из сгущений, расположенное в северо-западной части, выделяется как своими размерами, так и яркостью. Диаметр этого сгущения в угловых единицах равен примерно 5", что соответствует в линейных единицах около 750 пс. По внешнему виду и по размерам, а также по спектру (как это будет видно из дальнейшего изложения) оно больше походит на сверхассоциацию [15, 16]. Южная часть галактики более аморфна и однородна, чем северная, не имеет сгущений, кроме небольшого и не очень яркого центрального сгущения, северная часть которого, по-видимому, срезается поглощающей материей. Кроме этого, части отличаются друг от друга и по своему цвету. Как видно из рис. 1 (б), северная часть NGC 520 значительно голубее южной, которая в фио-

летовых лучах почти не заметна. Следует обратить внимание также на тот факт, что наиболее яркой деталью северной части галактики в фиолетовых лучах является именно область сверхассоциации.

Обе части галактики имеют вытянутую форму, причем северная вытянута вдоль позиционного угла около 135° , а южная — 120° .

Спектры NGC 520 были получены нами в кассегреновском фокусе $200''$ телескопа со спектрографом Боуэна, работающего в сочетании с электронно-оптическим преобразователем типа RCA C33011. Получено по одному спектру для каждой области, при этом щель спектрографа для первого снимка имела позиционный угол примерно 137° , т. е. была направлена вдоль северной части галактики, а во втором — 121° , т. е. вдоль южной области галактики. Данные о спектрах приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ снимка	Дата наблюдения	Экспозиция (мин)	Дисперсия (Å)	Сорт пластинки	Позиционный угол
C 172	31.12.1967	8	85	Па-О Baked	137°
C 173	"	"	"	"	121

В обоих случаях ширина щели спектрографа была примерно равна 1.5, а длина $\sim 40''$. Линейный масштаб снимка в направлении, перпендикулярном дисперсии, равен примерно $42''$ в 1 мм.

На рис. 2 приведены репродукции полученных спектров, верхние концы которых соответствуют направлению на северо-запад, а нижние, соответственно, на юго-восток. Отождествленные линии и линии неба также отмечены на рисунке. Номер снимка отмечен рядом со спектром.

Обработка спектров производилась следующим образом. Каждый спектр регистрировался сплошным образом вдоль сечений, параллельных направлению дисперсии и отстоящих друг от друга на одну и ту же величину, равную 0.1 мм. При этом высота щели спектрофотометра также была равна 0.1 мм, что соответствует немногим более, чем $4''$ на пластинке (в направлении, перпендикулярном дисперсии).

Таким способом с пластинки C 172 получено девять, а с пластинки C 173 — восемь регистрограмм. Все регистрограммы, записанные в интенсивностях и с соответствующей нумерацией, представлены на рис. 3 и 4. Положение щели спектрографа при наблюдениях, а также центры тех областей в галактике, которые соответствуют номерам регистрограмм на рис. 3 и 4, схематически приведены на рис. 5. Регистрограммы

из этого рисунка, эмиссионный компонент водородной линии не находится точно в центре линии поглощения, а смещен в длиноволновую сторону на величину, соответствующую скорости примерно 300—250 км/сек. Примеры наложения эмиссионной линии на центральную часть линии поглощения известны из работ Линдса и Сандейджа [17], Ван ден Берга [18], Серсика, Пасторизы и Карранзы [19]. В [17] отмечается наложение эмиссионного компонента на сильную линию поглощения H_α в иррегулярной галактике M 82, а по данным [18] такая же картина наблюдается и у линии H_β в той же галактике. Однако профили линий в этих работах не приведены. Подобный эффект наблюдается и у галактики NGC 5253 [19], у которой линии H_β и H_α состоят из

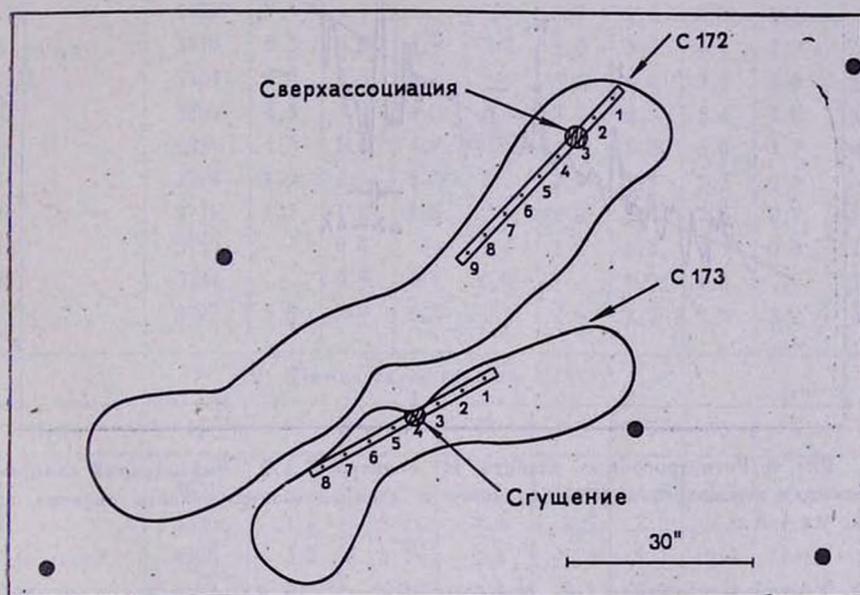


Рис. 5. Схематическая картина NGC 520. Показано положение щели спектрографа при наблюдениях. Центры областей пронумерованы соответственно с номерами регистrogramм на рис. 3 и 4.

двух компонентов — широкого абсорбционного и более узкого — эмиссионного. Линии поглощения в спектре C 172 отличаются большой резкостью и глубиной. Последняя линия бальмеровской серии, отчетливо наблюдаемая в спектре, это H_{13} (λ 3734). Наибольшую эквивалентную ширину имеет линия H_T . В табл. За приведены эквивалентные ширины для всех отождествленных линий в этом спектре. Интересно отметить тот факт, что с удалением от сгущения к юго-востоку, т. е. к центру

галактики, линии становятся заметно шире. Из рис. 2, а также из табл. 3а, видно, что эквивалентные ширины линий поглощения к геометрическому центру галактики увеличиваются. Как линии поглощения, так и $\lambda 3727$ не показывают заметного наклона.

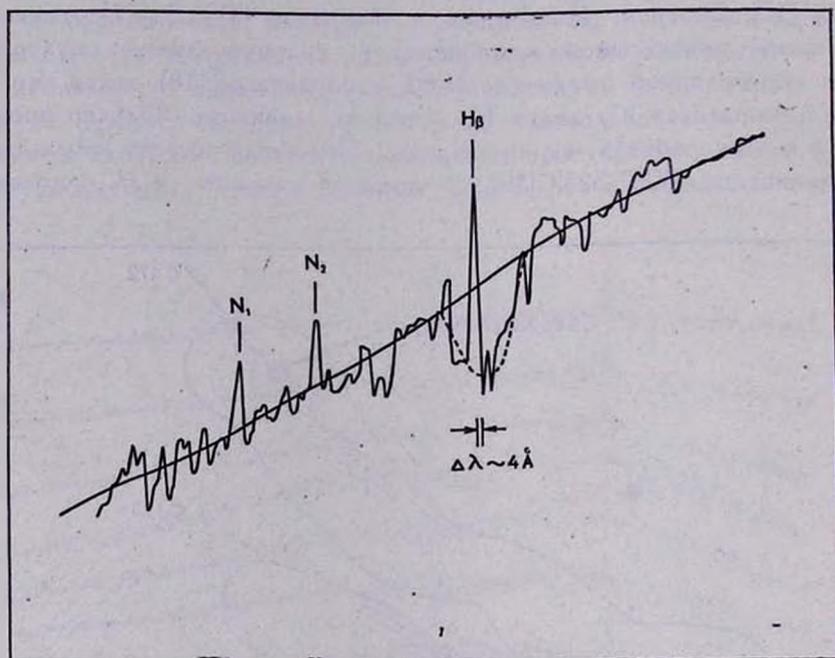


Рис. 6. Регистрограмма области H β спектра C 172. Эмиссионный компонент H β смещен относительно абсорбционного в длинноволновую область спектра примерно на 4 Å.

Хорошо заметная на регистрограмме № 8 (и слегка — на № 1) эмиссионная деталь между линиями поглощения H β и H γ не принадлежит спектру галактики, а является лишь линией спектра сравнения $\lambda 3888$. Ввиду своей большой интенсивности, она при записи оставила свой след на регистрограмме.

Величина красного смещения этой части галактики определена по 12 линиям, причем четыре из них являются эмиссионными. Результаты измерений приведены в табл. 4а, где в первом столбце даны ионы, во втором — лабораторная длина волны (λ_0), в третьем — наблюдаемая длина волны ($\lambda_{\text{набл.}}$) и в последнем — значение z . Как видно из этой таблицы, величина z для эмиссионных линий заметно больше,

Таблица 3

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ШИРИНЫ ЛИНИЙ В СПЕКТРЕ NGC 520

а) Северная часть (снимок С 172)

Ион	λ_0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[OIII]	5007	—	—	3.5	1.3	—	—	—	—	—
[OIII]	4959	—	—	1.8	—	—	—	—	—	—
HI (эмисс.)	4861	—	—	0.9	—	—	—	—	—	—
HI (абсорб.)	4851	6.6	5.0	5.0	1.9	3.5	—	3.3	1.4	3.2
HI	4340	2.0	3.9	1.8	2.5	4.0	2.5	1.5	2.0	4.1
G (полоса)	4308	1.1	2.3	1.8	2.8	1.3	2.1	0.7	1.3	2.4
HI	4102	1.3	3.8	2.4	4.6	2.2	2.5	3.9	3.2	3.1
OII	4072	—	1.7	—	1.0	0.7	1.4	0.7	1.2	2.0
HI+CaII	3970	5.3	6.8	4.9	7.3	5.4	5.4	6.5	7.7	9.5
CaII	3934	4.0	4.5	1.2	3.5	5.6	4.6	5.6	6.8	6.9
HI	3889	4.3	5.4	4.0	5.5	3.7	4.8	5.4	4.6	11.2
HI	3835	4.3	5.6	4.9	6.7	4.9	5.0	6.0	5.7	6.5
HI	3798	3.0	2.5	2.3	2.7	2.3	2.7	2.5	2.5	—
HI	3771	1.8	1.6	1.3	2.6	2.3	2.7	2.8	2.7	2.0
HI	3750	—	0.6	—	1.6	1.2	0.7	0.7	0.5	1.9
HI	3734	—	0.9	0.9	0.9	—	0.7	1.3	—	1.2
[OII]	3727	5.5	2.0	5.5	1.5	2.9	2.6	2.9	3.2	3.3

б) Южная часть (снимок С 173)

Ион	λ_0	1	2	3	4	5	6	7	8
HI	4851	—	—	—	4.1	4.1	1.9	—	—
HI	4340	1.6	3.2	2.8	2.6	3.0	2.5	—	—
G (полоса)	4308	3.2	3.7	2.1	1.3	1.7	2.3	1.5	2.3
HI	4102	3.5	4.3	4.1	2.5	3.1	6.8	4.1	6.8
OII	4072	—	2.5	1.7	0.9	1.3	1.4	1.2	1.2
HI+CaII	3970	4.5	8.0	7.2	6.8	7.6	8.9	7.4	8.0
CaII	3934	5.2	5.8	5.6	3.4	3.4	6.5	6.3	7.2
HI	3889	6.5	6.3	4.7	6.2	4.8	7.2	5.9	6.5
HI	3835	11.0	4.2	5.0	4.4	5.3	5.0	5.0	7.8
HI	3798	1.3	2.0	3.2	2.8	2.7	2.0	1.4	4.5
HI	3771	—	1.7	1.7	1.4	1.6	1.3	1.3	4.3
HI	3750	—	—	—	1.0	0.9	0.6	—	—
HI	3734	—	0.6	0.7	0.7	—	0.7	0.5	0.4
[OII]	3727	2.7	2.3	5.6	7.1	6.6	5.3	3.3	4.2

Таблица 4

а) Северная часть (снимок С 172)

Ион	λ_0	$\lambda_{набл.}$	z
[OIII]	5007	5043	0.0072
[OIII]	4959	4994	.0071
HI	4861	4896	.0072
HI	4340	4370	.0069
G (полоса)	4308	4335	.0065
HI	4102	4129	.0065
HI+CaII	3970	3997	.0068
CaII	3933	3960	.0068
HI	3889	3915	.0068
HI	3835	3860	.0065
HI	3798	3823	.0066
HI	3771	3796	.0067
[OII]	3727	3754	.0073

б) Южная часть (снимок С 173)

HI	4340	4368	0.0066
G (полоса)	4308	4336	.0065
HI	4102	4128	.0064
HI+CaII	3970	3995	.0063
CaII	3933	3959	.0067
HI	3889	3915	.0066
HI	3835	3860	.0066
HI	3798	3822	.0063
HI	3771	3794	.0062
[OII]	3727	3749	.0060

чем у линий поглощения. Среднее значение красного смещения, определенное по эмиссионным линиям, равно $\bar{z}_{эмисс.} = 0.0072 \pm 0.00004$, а по линиям поглощения — $\bar{z}_{погл.} = 0.0066 \pm 0.00006$. Учитывая поправку за движение Солнца вокруг центра нашей Галактики, для лучевой скорости северной части галактики получаем значения: $V_{эмисс.}^0 = 2256 \text{ км/сек} \pm 12 \text{ км/сек}$ и $V_{погл.}^0 = 2076 \text{ км/сек} \pm 18 \text{ км/сек}$.

Таким образом, лучевая скорость той области, в которой возникают эмиссионные линии, превосходит таковую для области, в которой возникают линии поглощения, примерно на 200 км/сек . Как

это уже отмечалось выше, примерно такая же разница получается при сопоставлении эмиссионного и абсорбционного компонентов линии H_{β} в спектре северной части галактики.

в) *Спектр южной части (С 173)*. Спектр С 173 относится к южной части NGC 520, юго-восточная область которой значительно ярче, чем северо-восточная. В отличие от спектра С 172, в спектре центрального сгущения С 173 не наблюдаются эмиссионные линии N_1 , N_2 и N_3 . Хорошо видна эмиссионная линия λ 3727, ранее не наблюдавшаяся в этой области галактики [9, 12, 13]. Она простирается вдоль всей галактики, охватываемой высотой щели спектрографа (порядка $40''$). В поглощении находятся все линии водорода, с H_7 и до H_{13} , а также линии H и K CaII и полоса G. Все они также видны вдоль высоты щели, но в отличие от спектра С 172 линии поглощения не показывают высокой резкости границ, значительно диффузнее и заметно шире, что хорошо видно из рис. 2, а также табл. 5, в которой приведены ширины линий на половине интенсивности для обоих спектров С 172 и С 173. Наибольшую эквивалентную ширину имеют линии H_{ϵ} и H_7 (рис. 36), а полуширина линии H_{δ} в спектре № 7 достигает 39А!

Интересная структурная деталь наблюдается в линии H_7 . Примерно в середине этой абсорбционной линии в регистрограммах № 4 и 5 как будто наблюдается эмиссионный пик, как и у H_{β} в спектре С 172 (№ 3). Напомним, что, согласно [17] и [18], в спектре М 82 такие же пики наблюдаются в линиях H_{α} и H_{δ} . Относительно же профилей линий H_{β} и H_7 в этих работах ничего не сказано.

Красное смещение в этой области галактики несколько меньше, чем в северной части. Так же, как и в спектре С 172, здесь наблюдается разница между красными смещениями, определенными по линиям поглощения и по эмиссионной линии λ 3727 (она единственная в С 173). В табл. 46 приведены значения красных смещений для спектра С 173. Среднее значение z , определенное по линиям поглощения, равно $\bar{z}_{\text{погл.}} = 0.0064$, а по линии λ 3727, $z_{3727} = 0.0060$, т. е. разница в скоростях составляет примерно 120 км/сек. Однако, если в спектре С 172 величина z , определенная по эмиссионным линиям, больше, чем у линий поглощения, то в спектре С 173 наблюдается обратная картина. Одно является несомненным, что разница красных смещений, определенная по линиям λ 3727, между спектрами С 172 и С 173 порядка 400 км/сек.

ПОЛУШИРИНЫ ЛИНИЙ В СПЕКТРЕ NGC 520

а) Северная часть (снимок С 172)

Ион	λ_0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[OIII]	5007	—	—	7	4	—	—	—	—	—
[OIII]	4959	—	—	7	—	—	—	—	—	—
HI (эмисс.)	4861	—	—	5	—	—	—	—	—	—
HI	4861	25	38	28	10	17	17	17	20	25
HI	4340	9	30	15	13	18	11	6	17	18
G (полоса)	4308	17	24	15	27	21	21	17	17	17
HI	4102	7	19	13	14	11	11	20	9	16
OII	4072	—	18	—	11	11	14	6	20	21
HI+CaII	3970	14	15	16	17	16	15	11	14	17
CaII	3934	11	15	8	10	16	14	10	14	16
HI	3889	18	16	10	21	16	13	13	17	28
HI	3835	14	25	17	15	13	13	13	14	19
HI	3798	13	16	16	9	6	12	11	13	—
HI	3771	7	11	11	9	8	10	13	11	7
HI	3750	—	8	—	—	6	4	4	—	7
HI	3734	—	4	6	—	4	4	7	—	4
[OII]	3727	11	9	7	7	7	7	8	7	7
Л. Н.	4358	5	7	8	6	6	6	6	5	6

б) Южная часть (снимок С 173)

Ион	λ_0	1	2	3	4	5	6	7	8
HI	4861	—	—	—	32	—	—	—	—
HI	4340	8	9	11	19	19	22	—	—
G (полоса)	4308	19	21	11	19	21	25	22	17
HI	4102	—	11	11	12	16	27	10	39
OII	4072	—	13	11	22	12	7	15	10
HI+CaII	3970	12	15	19	15	16	19	15	21
CaII	3934	12	17	16	14	12	16	16	20
HI	3889	13	23	16	21	15	16	21	20
HI	3835	27	11	18	15	17	15	16	17
HI	3798	6	9	9	9	16	10	8	11
HI	3771	—	8	12	9	11	7	9	11
HI	3750	—	—	—	6	—	6	—	—
HI	3734	—	3	5	7	—	3	—	—
[OII]	3727	6	9	10	10	10	9	9	8
Л. Н.	4358	6	5	6	6	6	6	7	6

4. *Обсуждение результатов.* 1. Как уже отмечалось выше, NGC 520 относится к иррегулярным галактикам типа М 82 [14]. Галактики этого типа отличаются большим показателем цвета (0^m7-1^m0), не согласующимся с их ранним спектральным классом (А—F). Галактики типа М 82 обычно с удалением от центра краснеют. Кроме того, согласно [14], они отличаются от обычных иррегулярных галактик отсутствием заметного количества горячих звезд высокой светимости и О-ассоциаций, а основное их излучение, вероятно, обусловлено населением II типа.

Для объяснения противоречия между цветом и спектром галактик типа М 82 Морган и Мейол [20] предположили, что в них существенную роль играет поглощение темной материей, приводящее к покраснению галактики в целом. Однако в [14] показано, что поглощение не играет решающей роли в этих галактиках.

Другое объяснение возникновения спектра раннего типа (т. е. линий поглощения бальмеровской серии) было предложено Г. А. Гурзядяном [21]. Согласно [21], если в галактике М 82 межзвездный водород каким-то способом (в [21] предполагается, что это синхротронное излучение) повсюду слабо ионизован, то такая среда может дать начало образованию как линий поглощения, так и эмиссионных линий бальмеровской серии. В зависимости от физических условий в галактике будут преобладать те или иные линии. При этом центральные частоты этих линий должны совпадать друг с другом.

Обратимся теперь к наблюдательным данным относительно NGC 520, приведенным выше.

Как видно из рис. 1, говорить определенно о пространственной структуре и форме этой галактики очень трудно. Так же трудно судить о „большом“ и „малом“ диаметрах этой галактики [4, 5], как и о ее интегральном цвете. NGC 520 состоит из ряда областей, сгущений и диффузных хвостов, имеющих, по-видимому, разные физические характеристики, яркости и цвета, так что говорить о ее интегральной яркости или цвете — это лишь иметь грубое представление о галактике в целом.

Из рис. 1 видно, например, что северная и южная части NGC 520 резко отличаются друг от друга как по цвету, так и по структуре. Значительно отличаются они и по своим спектрам. Поэтому при рассмотрении вопроса о несоответствии цвета и спектра для NGC 520 (а возможно, и для некоторых других галактик типа М 82) надо быть весьма осторожным.

Если, например, сравнивать цвет северной части галактики с ее спектром, то, вероятно, здесь не будет наблюдаться большого проти-

воречия, так как эта часть галактики сравнительно голубая. Если за центральную область принять эту наиболее яркую ее часть, то с удалением от нее галактика, очевидно, должна краснеть. Во всяком случае южная часть значительно краснее северной. Если же за центр галактики принять ее геометрический центр, то с удалением от ядра к северу она будет казаться голубее, а к югу—краснее. В зависимости от относительной яркости и цвета этих частей, интегральный цвет галактики будет различным. С этой точки зрения большое значение имела бы детальная колориметрия галактики, подобная той, которая выполнена, например, Б. Е. Маркаряном, Э. Я. Оганесян и С. Н. Аракелян для ряда галактик [22, 23]. К сожалению, детальное колориметрическое исследование NGC 520 никем не выполнено.

2. Северная область NGC 520 состоит из ряда сгущений, одно из которых является несомненно сверхассоциацией. Интересной особенностью этой части галактики является присутствие линий N_1 , N_2 и эмиссионной компоненты линии H_β , принадлежащих сверхассоциации. Вне сверхассоциации эти линии не наблюдаются, в то время как линия λ 3727 прослеживается вдоль всей галактики, включая и сверхассоциацию. Очевидно, что сверхассоциация состоит из горячих звезд типа O—B и диффузной материи, которую она и возбуждает. Судя по отношению интенсивностей линий N_1+N_2 и λ 3727, степень возбуждения в ней невысокая и типична для диффузных туманностей. В табл. 6 помещены относительные интенсивности эмиссионных линий

Таблица 6
ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ЭМИССИОННЫХ ЛИНИЙ В СПЕКТРЕ СВЕРХАССОЦИАЦИИ
(Снимок С 172)

Ион	λ_0	1
[OIII]	5007	6.2
[OIII]	4959	2.5
NI	4861	1.0
[OII]	3727	9.5

сверхассоциации. Как видно из этой таблицы, отношение $I_{N_1+N_2}/I_{3727}$ порядка 1. В пользу низкого возбуждения говорит также величина отношения I_{3727}/I_{H_β} . Вне сверхассоциации наблюдается спектр поглощения раннего типа. Сравнивая эквивалентные ширины линий поглощения исследуемой галактики (табл. 3) с таковыми, приведенными в

работе Гюнтера [24] для звезд различных спектральных классов, можно сделать вывод, что спектр поглощения этой части галактики — раннего типа (A—F). Присутствие сверхассоциации и ранний спектр поглощения указывают на то, что она населена в основном звездами раннего типа. Так как и линии поглощения, и линия λ 3727 прослеживаются по всей высоте щели, то, следовательно, и горячие звезды, ответственные за их появление в спектре, распределены по всей длине галактики на протяжении примерно 40", что составляет около 5400 пс.

Таким образом, составной частью северной половины NGC 520 являются сверхассоциация, звезды раннего типа и диффузная материя — характерные объекты для ветвей спиральных галактик. Это приводит к заключению: либо в галактиках типа M 82 существенную роль играет также звездное население I-го типа, либо галактика NGC 520 (вернее ее северная половина) не является галактикой типа M 82.

Смещение эмиссионных линий в длинноволновую сторону относительно линий поглощения как в спектре сверхассоциации, так и вне ее, представляется весьма интересным. Конечно, трудно представить, что диффузная масса, ответственная за появление эмиссионных линий, расположена по одну сторону от сверхассоциации и удаляется от нее в противоположную от нас сторону. Более естественным кажется предположение, что сама сверхассоциация вместе с входящей в нее диффузной массой удаляется от фона галактики.

Но примерно с той же скоростью и в том же направлении от звездного фона удаляется и та область, в которой возникает линия λ 3727.

Вряд ли это может быть случайным совпадением. Автор придерживается мнения, что как вся диффузная материя, так и сверхассоциация образовались совместно и удаляются от звездного фона галактики в результате действия единого механизма.

Отсутствие эмиссионных линий N_1 , N_2 и N_3 вне сверхассоциации говорит за то, что в общем фоне галактики нет звезд (или их очень мало) более ранних, чем типа B1—B2, в противном случае мы должны были бы наблюдать вышеуказанные линии.

3. Южная часть галактики имеет примерно такой же спектр поглощения, как и северная. В ее спектре отсутствуют небулярные линии N_1 и N_2 . Линия поглощения N_3 , неглубокая и довольно широкая, как будто наблюдается в сечениях № 4, 5 и 6. Небольшой эмиссионный пик в линии N_3 в регистрограмме под № 4 также хорошо заметен. Однако быть уверенным в этом очень трудно, так как в этой части спектра этой регистрограммы наблюдаются большие флуктуации фона. Интересно отметить, что этот пик смещен относительно

абсорбционной линии не в длинноволновую часть спектра, как в спектре С 172, а в коротковолновую. Интересно, что линия λ 3727 также смещена в коротковолновую область относительно линий поглощения на величину, соответствующую скорости 120 км/сек. Как видно из данных табл. 4, величина z , определенная по линиям поглощения, примерно одинакова для обеих частей NGC 520, в то время как разница лучевых скоростей, определенная по линиям λ 3727, достигает 400 км/сек.

Таким образом, можно сделать вывод, что *диффузная материя обеих частей NGC 520 расходится со скоростью порядка 400 км/сек.* Конечно, это лишь проекция этой скорости на луч зрения. В действительности она может быть значительно больше.

Механизм, предложенный в [21], по-видимому, не приемлем для NGC 520, так как в спектрах обеих частей этой галактики центральные частоты эмиссионных линий и линий поглощения смещены относительно друг друга. Противоречие между цветом и спектром южной части NGC 520 можно, вероятно, объяснить поглощением в самой галактике. Правда, для этого нужно принять, что поглощающая материя распределена неравномерно по галактике: в южной части ее значительно больше, чем в северной, более далекой от нас части галактики.

Отметим, что абсорбционный спектр водородной серии может возникнуть и иным способом. Так как время жизни метастабильного уровня $2s$ водородного атома довольно большое (порядка 8 сек^{-1}), то это обстоятельство может привести в определенных условиях к накоплению значительного количества атомов в этом состоянии. И, так как линии поглощения бальмеровской серии могут образоваться при поглощении излучения такими атомами, то при определенных физических условиях бальмеровская серия может возникнуть в межзвездной среде галактик.

Однако в случае NGC 520 этот механизм, по-видимому, не столь эффективен. Дело в том, что, если диффузная область, в которой возникают линии поглощения, согласно этому механизму, имеет составляющую скорости по лучу зрения, то они будут смещены в ту или иную сторону соответственно значению лучевой скорости области. Но эмиссионные линии (в частности, линия [OII] λ 3727), наблюдаемые в спектре NGC 520, образуются в тех же областях. Тогда их смещение в спектре должно совпадать с таковыми линий поглощения. Как это было показано выше, в NGC 520 этого не наблюдается: лучевые скорости, определенные по эмиссионным и абсорбционным линиям значительно отличаются друг от друга.

4. Среднее значение \bar{z} , вычисленное по всем линиям обоих спектров NGC 520, равно $\bar{z} = 0.0066$. С учетом поправки за движение Солнца вокруг центра Галактики, для средней лучевой скорости галактики получаем значение -2076 км/сек. Соответственно среднее расстояние до галактики (при значении постоянной Хаббла $H = 75$ км/сек Мпс) равно 27.6 Мпс.

Наши данные для красного смещения NGC 520 находятся в хорошем согласии с данными [9] и значительно отличаются от данных [13]. Согласно [13] (напомним, что наблюдения в [13] были выполнены на 36" Кросслеевском спектрографе с небольшой дисперсией порядка 430 Å/мм у $H\beta$) значение V для яркой северной области NGC 520 меньше, чем таковое для южной примерно на 450 км/сек. Такая разница лучевых скоростей по нашим измерениям получается в том случае, если принять во внимание лишь эмиссионные линии $\lambda 3727$, при этом большую лучевую скорость имеет именно северная область, а не южная. По-видимому, в [13] имеется какое-то недоразумение в этом вопросе.

Принимая для интегральной яркости NGC 520 значение $m_{PV} = 11.54$ [8], находим для абсолютной фотовизуальной величины значение $M_{PV} = -20.7$.

Заключение. Суммируя данные, полученные в настоящей работе о NGC 520, можно охарактеризовать ее как систему, состоящую в основном из звездного населения I типа, богатой как диффузной, так и поглощающей материей.

В пользу вывода о присутствии в NGC 520 горячих звезд говорит также следующий факт. Как видно из рис. 3 и 4, почти на всех регистраграммах, за небольшим исключением, у коротковолнового крыла линии $H\delta$ отчетливо наблюдается относительно широкая линия поглощения. Вероятнее всего, она отождествляется с триплетом OII $\lambda 4070, 4072$ и 4076 . Если это так, то в состав NGC 520 должны входить также звезды-сверхгиганты типа B1—B2, в спектрах которых этот триплет хорошо выявляется.

Как по своей общей структуре, так и по спектральным характеристикам NGC 520 напоминает галактику M 82 [17]. В обеих галактиках наблюдается спектр поглощения раннего типа одновременно с эмиссионным спектром. Эмиссионный спектр в обеих галактиках типичен для диффузных туманностей с низкой степенью возбуждения. У галактики M 82 водородные линии $H\alpha$ и $H\delta$, так же, как и линия $H\beta$ у NGC 520, состоят из двух компонентов: абсорбционного и эмиссионного. В M 82, как и в NGC 520, наблюдаются отдельные голубые сгущения. Это хорошо заметно на фотографии M 82, получен

ной автором в ультрафиолетовых лучах на 36" Кросслеевском телескопе обсерватории Лик на пластинках 103а-О через фильтр UG-2 с экспозицией 6 мин. Заметим, что яркие сгущения в инфракрасных лучах были обнаружены в этой галактике в [18], причем предполагается, что они состоят из горячих звезд типа О—В.

Наконец, как у М 82, так и у NGC 520 наблюдается движение газа из центральных областей наружу.

Все эти факты дают основание предположить, что движение газа наружу, наблюдаемое в NGC 520, аналогично М 82, вызвано взрывным процессом, имевшим место в центральной области этой галактики.

Такое же предположение ранее было высказано Г. М. Товмасьном [25] на основании радионаблюдений ряда галактик типа М 82.

Более детальное исследование галактики (спектральные наблюдения в области H_{α} , исследование поля скоростей вдоль направления север—юг, детальное поляриметрическое и колориметрическое исследование) может, как нам кажется, внести ясность в эту проблему.

Автор выражает глубокую благодарность дирекциям обсерваторий Хейл и Лик за предоставленную возможность использовать телескопы этих обсерваторий, д-ру Арпу за содействие и помощь во время наблюдений на 200" телескопе и за предоставление двух фотографий галактики NGC 520 в распоряжение автора.

Автор считает своим долгом выразить также глубокую благодарность акад. В. А. Амбарцумяну за большой интерес к статье и ценные советы, М. А. Казаряну за обсуждение и Г. А. Паносяну за большую помощь при обработке спектров.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

THE SPECTROSCOPIC INVESTIGATION OF IRREGULAR GALAXY NGC 520

Е. Уе. KHACHIKIAN

The results of the spectroscopic study of NGC 520 are presented. The spectra of the galaxy have been obtained with Bowen's Cassegrain image-tube spectrograph of the 200" telescope of the Hale observatories, with a dispersion of about 85 $\text{\AA}/\text{mm}$.

In the northern part of the galaxy the emission lines [OIII] λ 5007, 4959, H_{β} and [OII] λ 3727 were observed. The first three lines have a point image, but λ 3727 is seen over the whole galaxy along the distance of

about 5400 pc. It is shown that [OIII], H_β lines and partly λ 3727 belong to the superassociation, which has a dimension of about 750 pc.

In the southern part of the galaxy only the λ 3727 emission line was observed, which also extends over the whole galaxy. Besides the above mentioned emission lines the early type absorption spectra were observed in both parts of the galaxy. All absorption lines as λ 3727 extend over the whole of the galaxy.

The presence of the triplet OII λλ 4070, 4072 and 4076 is supposed which indicates the existence of early type stars (B1—B2) in the galaxy.

It has been concluded that either in the M 82 type galaxies, the I type population plays an important part, or NGC 520 does not belong to the M 82 type galaxies.

In the spectrum of the superassociation the H_β line consists of both emission and absorption components. The emission component is shifted towards long wave-lengths relative to the absorption one by a value corresponding to the velocity of about 200—250 km/sec. Other emission lines show the same effect.

But in the spectrum of the southern part of the galaxy λ 3727 is shifted relative to the absorption one towards short wave-lengths by about 120 km/sec.

It was shown that the gas components of both northern and southern parts of the galaxy move away from each other with a velocity of about 400 km/sec.

It is suggested that this gas outflow from the centre of NGC 520 similar to M 82 is the result of an explosion which took place in this galaxy.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. A. Sandage, The Hubble Atlas of Galaxies, 1961.
2. H. C. Arp, Ap. J., Suppl. Ser., 14, 1, 1966.
3. Б. А. Воронцов-Вельяминов, Атлас и каталог взаимодействующих галактик. Изд. МГУ, М., 1970.
4. Б. А. Воронцов-Вельяминов, В. П. Архипова, Морфологический каталог галактик, ч. III, Изд. МГУ, М., 1963.
5. G. and A. de Vaucouleurs, Reference Catalogue of Bright Galaxies, 1964.
6. H. Shapley, A. Ames, Harvard Ann., 88, , 1932.
7. J. Stébbs, A. Whitford, Ap. J., 86, 247, 1937.
8. E. Holmberg, Medd. Lund obs., Ser. 11, No. 136, 1958.
9. M. Humason, N. U. Mayall, A. Sandage, A. J., 61, 97, 1956.
10. P. W. Hodges, A. J., 68, 237, 1963.
11. E. Pettit, Ap. J., 120, 413, 1954.

12. *N. U. Mayall*, Lick Obs. Bull., No. 497, 33, 1939.
13. *N. U. Mayall, A. de Vaucouleurs*, A. J., 67, 363, 1962.
14. *Б. Е. Маркарян*, Сообщ. Бюраканской обс., 34, 19, 1963.
15. *В. А. Амбарцумян и др.*, Сообщ. Бюраканской обс., 33, 3, 1963.
16. *Р. К. Шахбазян*, Астрофизика, 6, 367, 1970.
17. *C. R. Lynds, A. R. Sandage*, Ap. J., 137, 1005, 1963.
18. *S. van den Berg*, Astron. Astrophys., 12, 474, 1971.
19. *J. L. Sérsic, G. Carranza, M. Pastoriza*, Astrophys. Space Sci., 19, 469, 1972.
20. *W. W. Morgan, N. U. Mayall*, Science, 1930, 1421, 1959.
21. *Г. А. Гурьядян*, Сообщ. Бюраканской обс., 34, 37, 1963.
22. *Б. Е. Маркарян*, Сообщ. Бюраканской обс., 25, 15, 1958.
23. *Б. Е. Маркарян, Э. Я. Оганесян, С. Н. Аракелян*, Сообщ. Бюраканской обс. 30, 3, 1962.
24. *S. Günter*, Z. Astrophys., 7, 106, 1933.
25. *Г. М. Товмасян*, Астрофизика, 3, 427, 1967.