

АСТРОФИЗИКА

Э. Е. Хачикян

О свечении туманности IC 432

(Представлено В. А. Амбарцумяном 9. IX. 1956)

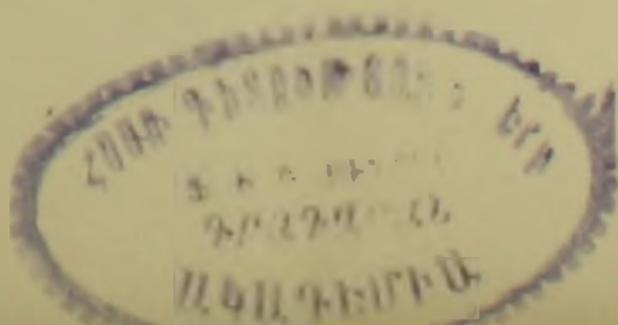
Туманность IC 432 может быть отнесена к весьма интересным и малоисследованным объектам, так называемым кометообразным туманностям, природа которых еще не ясна полностью. Она расположена в созвездии Ориона в $1/2^\circ$ севернее ϵ Ориона и имеет размеры $4' \times 8'$. Ядром туманности является звезда BD— $1^\circ 1005$ с фотографической величиной $7^m.0$ и спектрального класса B2. Показатель цвета B-V ядра по Шарплессу ⁽¹⁾ равен $-0^m.14$.

Данные о туманности весьма скудны, имеются несколько фотографий области вокруг ϵ Ориона, куда вошла и данная туманность ^(2, 3, 4). По спектральному классу ядра туманность считается пылевой, отражательной и во всех каталогах отмечается индексом „с“. Спектр туманности, насколько нам известно, никем не получен.

На несоответствие излучения некоторых кометообразных туманностей с гипотезой отражения света ядра впервые указал В. А. Амбарцумян ⁽⁵⁾. Он обратил внимание на то, что некоторые туманности этого типа излучают сильный непрерывный спектр, яркость которого превосходит ту предельную яркость, которая может быть создана освещением от звезды. В. А. Амбарцумян объясняет это свечение как результат непосредственного освобождения в объеме туманности внутризвездной энергии, из источников, перенесенных туда посредством выброса материи из внутренних слоев звезды в область туманности.

В связи с этим представляет интерес поляриметрическое и колориметрическое исследование этой туманности.

Поляриметрия туманности производилась с помощью поляроида. Туманность фотографировалась при трех различных положениях поляроида, отличающихся на 60° , что давало возможность определить степень поляризации p и позиционный угол плоскости преимущественных колебаний θ_0 . Для того, чтобы исключить изменения условий фотографирования при различных положениях поляроида (атмосферная экстинкция, фон неба, температура, влажность, условия проявления и пр.), был использован метод привязки к внефокальным изображениям звезд (т. н. метод „двухэтажной“ кассеты). Были получены три серии сним-



ков, сведения о которых помещены в табл. 1, где φ -позиционный угол плоскости пропускания поляроида, отсчитанный от некоторого определенного направления. Две серии снимков были получены на 8" камере Шмидта, а третья — на новой 20" камере Шмидта Бюраканской астрофизической обсерватории. Измерение негативов производилось на фото-электрическом микрофотометре той же обсерватории. Размер каждой измеряемой площадки был равен 0,008 мм², или в угловых единицах, в случае 8" камеры — 340 кв. сек. дуги, в случае же 20" камеры — 100 кв. сек. дуги.

Таблица 1

Дата	Длительность экспозиции	Серт. пластинки	Телескоп	φ
21.1.1955	100 мин.	Истмэн 103а-Е	8"	0°
21.1.1955	100 мин.	.	8"	60
21.1.1955	100 мин.	.	8"	120
27.1.1955	120 мин.	.	8"	0
27.1.1955	120 мин.	.	8"	60
28.1.1955	120 мин.	.	8"	120
14.10.1955	180 мин.	Кодак	20"	60
15.10.1955	180 мин.	.	20"	120
16.10.1955	171 мин.	.	20"	0

Было измерено около ста областей в туманности.

Если туманность отражательная, то излучение ее должно быть радиально поляризовано. Измерения показывают, что радиальная поляризация в туманности не выявляется, что особенно хорошо заметно по третьей серии. В табл. 2 помещены результаты измерений третьей серии, которые схематически нанесены на рис. 1. В табл. 2 в первом столбце приведены номера сечений, по которым производились измерения туманности, во втором — номера центров измеряемых площадок, в третьем — степень поляризации в процентах, в четвертом — позиционный угол плоскости преимущественных колебаний. Последовательность измеряемых площадок по сечениям соответствует движению слева направо на рис. 1. Размер каждой измеряемой площадки и масштаб поляризации также показаны на рис. 1.

Как видно из рис. 1, плоскость преимущественных колебаний имеет тенденцию располагаться в одном направлении. В среднем по всем трем сериям это направление имеет позиционный угол, равный 142°, средняя степень поляризации — 14%.

Измерение цвета туманности производилось на 20" камере Шмидта обычным способом, фотографированием туманности в двух участках спектра через синий (СС5) и желтый (ЖС16) фильтры. Для стандартизации и калибровки негативов использован метод привязки к внефокальным изображениям звезд-стандартов. Звездные величины стан-

дартов измерялись привязкой к Северному Полярному Ряду. Цветовая система оказалась близкой к интернациональной ($\lambda_1 = 4200 \text{ \AA}$, $\lambda_2 = 5400 \text{ \AA}$). Измерения показателя цвета туманности показали, что туманность намного голубее, чем ядро. В среднем, показатель цвета по туманности оказался равным $-0^m 70$, колеблясь между $+0^m 05$ и

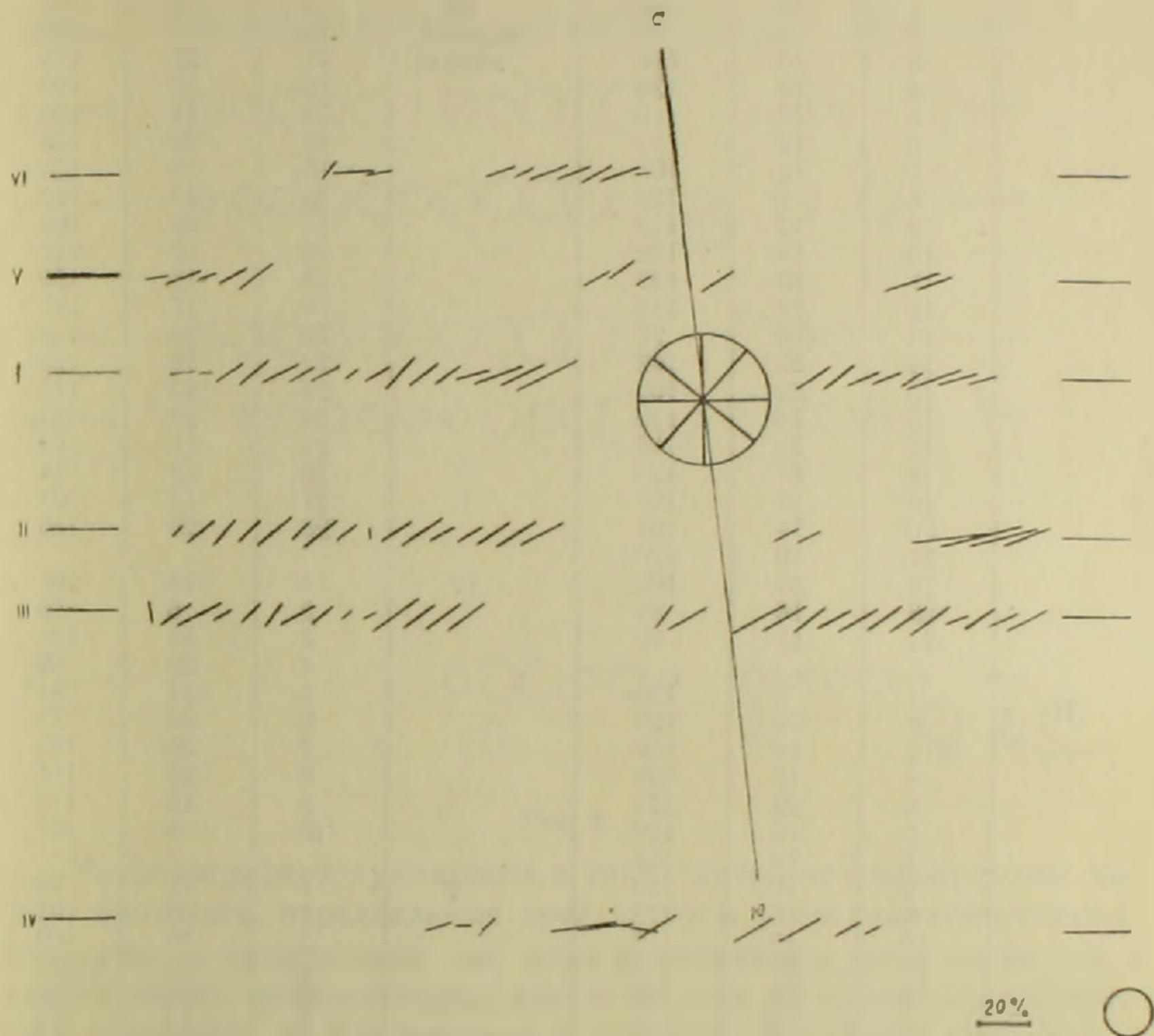


Рис. 1.

— $1^m 43$. В табл. 3 помещены измеренные показатели цвета и схематически нанесены на рис. 2. В первом столбце табл. 3 помещены сечения, по которым производились измерения по туманности, во втором — центры измеряемых площадок, в третьем и четвертом — абсолютная поверхностная яркость данной области туманности с квадратной секунды, соответственно в синих и желтых лучах, в последнем — показатель цвета. Последовательность измеряемых площадок по сечениям соответствует движению слева направо на рис. 2. Размер каждой измеряемой площадки, как и в случае поляриметрии, был равен $0,008 \text{ мм}^2$ или в угловых единицах 100 кв. сек. дуги. Размер измеряемой площадки и масштаб показателя цвета показаны на рис. 2.

Таблица 2

Номер сечения	Номер площадки	$\rho\%$	θ_0	Номер сечения	Номер площадки	$\rho\%$	θ_0	
I	1	10	50	III (продол- жение)	9	6	121	
	2	6	78		10	8	104	
	3	13	114		11	27	118	
	4	18	124		12	17	120	
	5	18	110		13	18	120	
	6	12	113		14	20	118	
	7	13	107		15	13	138	
	8	7	120		16	20	112	
	9	12	112		17	26	109	
	10	18	129		18	22	112	
	11	16	120		19	18	120	
	12	14	115		20	17	111	
	13	16	97		21	20	113	
	14	22	102		22	18	120	
	15	22	109		23	20	115	
	16	28	110		24	20	123	
	17	19	117		25	11	109	
	18	17	123		26	18	114	
	19	16	107		27	14	101	
	20	14	101		28	20	110	
	21	10	120					
	22	25	103		IV	1	13	101
	23	18	96			2	6	90
	24	11	99			3	10	123
II	1	6	126	4		28	90	
	2	16	120	5		24	87	
	3	14	130	6		20	73	
	4	13	125	7		20	113	
	5	20	121	8	20	111		
	6	10	129	9	15	113		
	7	19	121	10	8	107		
	8	10	120	V	1	11	90	
	9	5	177		2	16	104	
	10	16	112		3	12	102	
	11	21	116		4	13	113	
	12	13	108		5	19	120	
	13	13	114		6	14	110	
	14	17	117		7	13	120	
	15	20	114		8	9	114	
	16	21	110		9	16	116	
	17	12	120		10	27	100	
	18	12	117		11	16	105	
	19	38	90	VI	1	11	131	
	20	34	97		2	19	87	
	21	30	96		3	12	96	
	22	22	102		4	15	102	
III	1	11	3	5	10	111		
	2	18	118	6	18	102		
	3	22	111	7	17	104		
	4	11	114	8	16	111		
	5	11	129	9	18	101		
	6	13	137	10	7	90		
	7	18	111					
	8	12	122					

Как видно из табл. 3, туманность является одной из самых глубоких из измеренных пылевых туманностей. Что туманность на много ярче в синих лучах, чем в красных, хорошо заметно на фотографиях Паломарской обсерватории, а также на снимках из атласа В. Г. Фесенкова и Д. А. Рожковского.

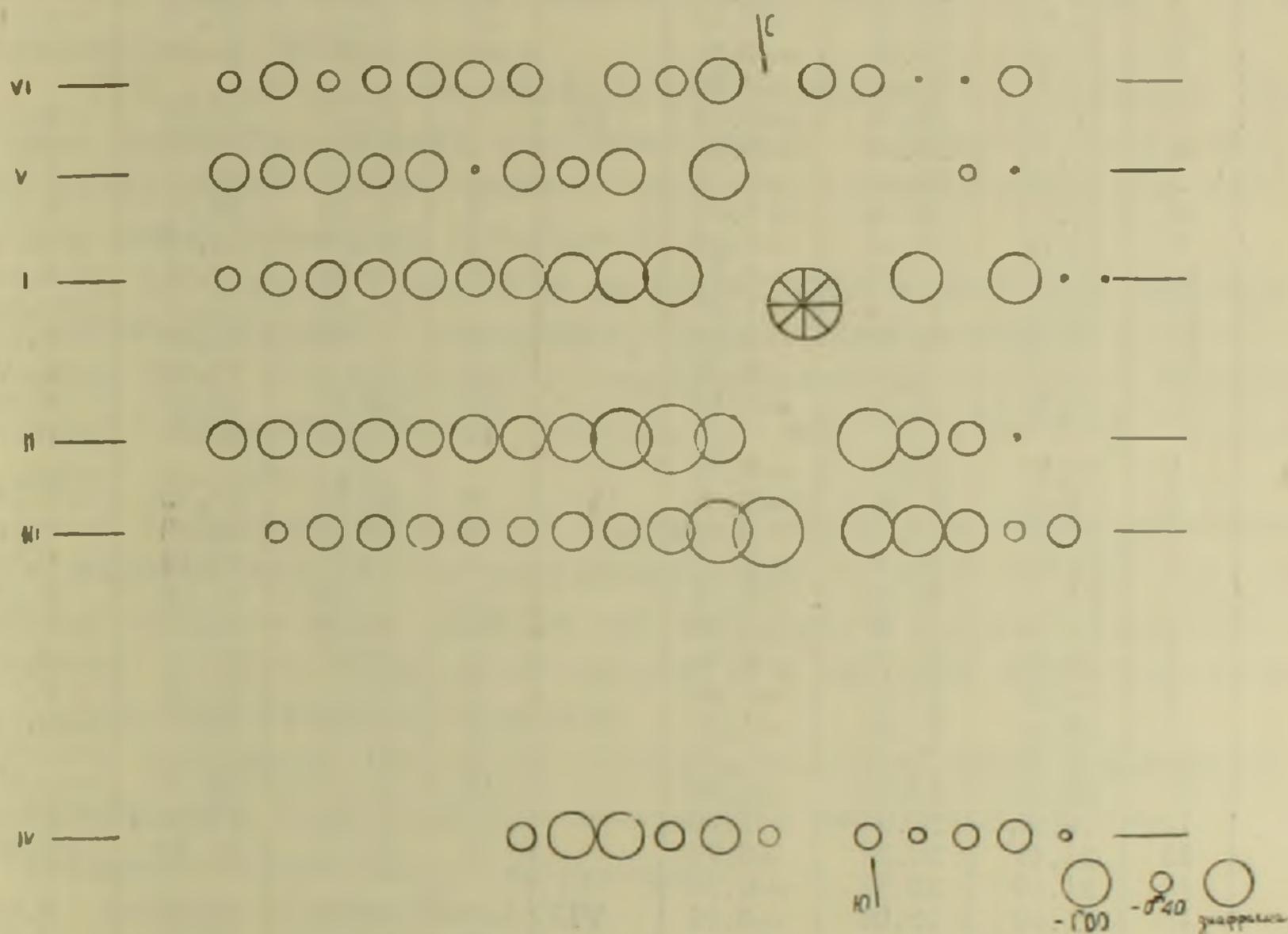


Рис. 2.

На фотографиях туманности в синих лучах отчетливо видны две яркие прожилки, параллельные друг другу и расположенные перпендикулярно к направлению от ядра к прожилкам, в то время как в красных лучах, охватывающих линию H_{α} , они не видны. Этим туманность отличается от Крабовидной туманности, в которой прожилки и волокна излучаются в линиях. Повидимому, спектр туманности непрерывный, и излучение сосредоточено в основном в коротковолновой части спектра. Интегральная яркость туманности в синих лучах по нашим подсчетам порядка $9^m 9$.

Отсутствие радиальной поляризации в туманности говорит о том, что здесь мы, по-видимому, имеем дело не с простым отражением света ядра. Трудно объяснить и цвет туманности простым отражением. Правда, релеевское отражение может обеспечить такой синий цвет туманности, однако в этом случае излучение туманности должно быть сильно поляризовано, чего не наблюдается.

Представляет интерес направление плоскости преимущественных колебаний поляризованного света. Почти совпадая с направлением галактического экватора (позиционный угол галактического экватора в этой области равен -150°), оно перпендикулярно к направлению вытя-

Номер сечения	Номер площади	m_c	$m_{ж}$	C	Номер сечения	Номер площади	m_c	$m_{ж}$	C
I	1	22.17	22.58	-0.41	III	14	21.68	22.58	-0.90
	2	22.03	22.68	-0.59		15	22.07	22.48	-0.41
	3	21.95	22.60	-0.65		16	22.02	22.63	-0.66
	4	21.81	22.44	-0.63	IV	1	22.25	22.88	-0.63
	5	21.70	22.48	-0.78		2	21.89	22.88	-0.99
	6	21.81	22.48	-0.67		3	21.65	22.58	-0.93
	7	21.47	22.34	-0.87		4	21.68	22.30	-0.62
	8	21.33	22.38	-1.05		5	21.74	22.48	-0.74
	9	21.05	22.14	-1.09		6	22.02	22.35	-0.33
	10	20.75	22.92	-1.17		7	21.93	22.33	-0.45
	11	20.69	22.76	-1.07		8	22.21	22.58	-0.37
	12	21.36	22.22	-0.86		9	22.15	22.68	-0.60
	13	21.98	22.22	-0.24		10	22.03	22.68	-0.65
	14	22.63	22.78	-0.15		11	22.21	22.48	-0.27
II	1	22.11	22.88	-0.77	V	1	22.03	22.78	-0.70
	2	21.88	22.58	-0.70		2	22.17	22.88	-0.71
	3	21.61	22.3	-0.72		3	21.89	22.78	-0.89
	4	21.61	22.48	-0.87		4	21.98	22.68	-0.70
	5	21.66	22.39	-0.73		5	21.82	22.64	-0.82
	6	21.04	22.01	-1.00		6	22.00	22.16	-0.16
	7	20.86	21.76	-0.90		7	21.81	22.68	-0.87
	8	20.82	21.82	-1.00		8	21.67	22.38	-0.71
	9	20.73	21.94	-1.21		9	21.18	22.14	-0.96
	10	20.79	22.22	-1.43		10	21.03	22.0	-1.22
	11	20.44	21.48	-1.04		11	21.69	22.14	-0.45
	12	20.68	21.88	-1.20		12	22.35	22.30	+0.05
	13	21.49	22.22	-0.73	VI	1	22.37	22.78	-0.41
	14	21.80	22.56	-0.76		2	22.07	22.78	-0.71
	15	21.92	22.08	-0.16		3	22.37	22.73	-0.36
III	1	22.35	22.78	-0.43	4	22.18	22.78	-0.60	
	2	21.84	22.58	-0.74	5	21.78	22.58	-0.80	
	3	21.69	22.33	-0.67	6	21.98	22.78	-0.80	
	4	21.58	22.30	-0.72	7	22.07	22.64	-0.57	
	5	21.71	22.30	-0.59	8	22.31	22.38	-0.07	
	6	21.51	22.08	-0.57	9	22.05	22.64	-0.59	
	7	21.23	21.96	-0.73	10	21.33	22.08	-0.55	
	8	21.11	21.80	-0.69	11	21.43	22.38	-0.95	
	9	20.97	21.84	-0.91	12	21.93	22.64	-0.71	
	10	20.87	22.16	-1.29	13	22.82	22.38	-0.56	
	11	20.98	22.39	-1.41	14	22.21	22.36	-0.15	
	12	21.31	22.30	-0.99	15	22.25	22.44	-0.19	
	13	21.31	22.30	-0.99	16	22.25	22.78	-0.53	

нутости ярких прожилок. Как недавно показал Г. А. Шайн (6), вытянутость прожилок и волокон в туманностях можно объяснить влиянием магнитных полей, существующих в межзвездном пространстве. При этом предполагается, что направление вытянутости прожилок и волокон совпадает с силовыми линиями магнитного поля. Такое объяснение приемлемо и для прожилок исследуемой туманности. Интересно отметить, что максимальный избыток коротковолнового излучения наблюдается именно в прожилках туманности.

Таким образом, можно сделать вывод, что плоскость поляризации света туманности примерно совпадает с направлением магнитно-

го поля, что позволяет связать поляризованное излучение с магнитным полем. (В. А. Амбарцумян предполагает ^(б), что одним из возможных механизмов свечения кометообразных туманностей может служить механизм излучения релятивистских электронов в магнитном поле).

На основе всех выше перечисленных фактов, мы можем сделать следующие выводы:

1. В туманности не наблюдается радиальной поляризации. Плоскость преимущественных колебаний имеет тенденцию располагаться по направлению галактического экватора и перпендикулярно вытянутости ярких прожилок туманности.

2. Излучение туманности не согласуется с гипотезой отражения. Поляриметрические и колориметрические данные говорят в пользу гипотезы В. А. Амбарцумяна о существовании непрерывного излучения нового типа — непрерывной эмиссии, как источнике свечения кометообразных туманностей.

3. Непрерывная эмиссия рассматриваемой туманности, по-видимому, вызвана излучением заряженных частиц, возникающих при процессах освобождения энергии, из источников энергии, выброшенных наружу из внутренних слоев звезды. Э.и частицы, возможно, являются релятивистскими электронами.

В заключение выражаю глубокую благодарность академику В. А. Амбарцумяну за советы при выполнении настоящей работы.

Бюраканская астрофизическая обсерватория
Академии наук Армянской ССР

Է. Ե. ԽԱԶԻԿՅԱՆ

IC 432 միգամածության ճառագայթման մասին

Բևեռաչափական և դուռնաչափական մեթոդներով հետազոտված է IC 432 միգամածությունը: Միգամածության լույսի բևեռացումը չափված է լուսանկարչական մեթոդով՝ բևեռացուցչի օգնությամբ: Միգամածության դույնը որոշված է սովորական եզանակով, կապույտ և դեղին լուսադտրչների օգնությամբ ստացված լուսանկարների հիման վրա:

Ստացված արդյունքները բերված են № 2 և № 3 աղյուսակներում և ներկայացված են գծ. 1 և գծ. 2-ի վրա: Միգամածության լույսի բևեռացման աստիճանի միջին արժեքը կազմում է 14 տոկոս: Բևեռացված լույսի դերադասելի տատանումների հարթությունը մոտավորապես համընկնում է Գալակտիկայի հասարակածի հարթության հետ և ուղղահայաց է միգամածության մեջ գտնվող երկու թելիկների ձգվածությունը:

Միգամածությունը շատ ավելի կապույտ է, քան կենտրոնական աստղը: Ընդ որում կարճալիք ճառագայթման ամենամեծ ավելցուկը դիտվում է միգամածության պայծառ թելիկներում: Գույնի ցուցչի միջին արժեքը կազմում է $-0m.70$ որոշ տիրույթներում հասնելով մինչև $-1m.43$ (մասնավորապես միջազգային սխեմանում):

Շառավղային բևեռացման բացակայությունը միգամածությունում վկայում է այն մասին, որ այստեղ տեղի չունի կենտրոնական աստղի լույսի պարզ անդրադարձում միգամածության կողմից: Այդ մեխանիզմով դժվար է բացատրել նաև միգամածության դույնը: Ճիշտ է, միգամածության այդպիսի կապույտ դույնը հնարավոր է բացատրել Ռեյլեյի անդրադարձման օրենքով, սակայն այդ դեպքում պետք է դիտվեր նաև միգամածության լույսի ուժեղ բևեռացում, որը չի դիտվում:

Նշված փաստերը խոսում են միդամածուխյան միջուկի լույսի անդրադարձման հի-
պոթեզի դեմ և Վ. Հ. Համբուրձումյանի կողմից առաջարկված անընդհատ առաքման հի-
պոթեզի օգտին, որպես դիսափորաձև միդամածուխյունների ճառագայթման աղբյուր:
Դիտարկվող միդամածուխյան անընդհատ առաքումը, հավանաբար, պայմանավորված է
աստղի ընդերքից դուրս նեոլոգ էներգիայի անջատման ընթացքում առաջացող լիցքա-
վորված մասնիկների ճառագայթմամբ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ С. Шарплесс, Ар. Ж. 116, 251, 1952. ² Дункан Ар. Ж. 53, 392, 1921. ³ Г. А. Шайч, В. Ф. Газе, Атлас диффузных газовых туманностей, 1952. ⁴ В. Г. Фесенков и Д. А. Рожковский, Атлас газово-пылевых туманностей, 1953. ⁵ В. А. Амбарцумян, Сообщения Бюраканской обсерватории, вып. 13, 1954, ⁶ Г. А. Шайн, Астрономический журнал. 31, вып. 2 и 5, 1955.