

УДК: 524.3

ОПТИЧЕСКИЕ ОТОЖДЕСТВЛЕНИЯ ТОЧЕЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ IRAS НА ОСНОВЕ НИЗКОДИСПЕРСИОННЫХ СПЕКТРОВ FBS. II

А.М.МИКАЕЛЯН¹, К.С.ГИГОЯН¹, Д.РУССЕЙ²

Поступила 2 июня 1997

Принята к печати 5 августа 1997

Вторая часть оптически отождествленных точечных источников из каталога IRAS PSC содержит 104 объекта. Отождествления проводились на основе Оцифрованного Обзора неба (DSS), Первого Бюраканского Обзора (FBS), голубых и красных карт Паломарского Обзора (POSS) и инфракрасных потоков на длинах волны 12, 25, 60 и 100 мкм в области $+61^\circ \leq \delta \leq +65^\circ$ и $05^h30^m \leq \alpha \leq 11^h15^m$ с площадью 157 кв. гр. 10 источников из 114 в этой области не удалось отождествить из-за отсутствия соответствующих оптических двойников с данными координатами. Для отождествленных объектов определены оптические координаты, их отклонения от ИК-координат, звездные величины V , показатели цвета $C1$ и предварительные классы. Объекты имеют оптические звездные величины в пределах 8^m-21^m . Из 104 объектов 46 оказались звездами спектральных классов K и M, 1-планетарной туманностью, 3-карликами в QSO, 54-галактиками. В данной работе приводится список 58 незвездных объектов. Среди отождествленных галактик встречаются кандидаты в сейферты, взаимодействующие пары, галактики со спутниками и сверхассоциациями и др. Приводятся карты отождествления для этих объектов из DSS.

1. *Введение.* В 1995г. начата работа по оптическому отождествлению точечных источников IRAS PSC [1] с помощью низкодисперсионных спектров FBS [2] и голубых и красных изображений POSS на высоких галактических широтах [3]. Первый, список, содержащий 100 объектов, опубликован в [4]. Учитывая, что подобные работы проводятся на основе прямых оптических изображений, соответствующих ИК-источникам участков неба, в основном ориентируясь с помощью ИК потоков на 12, 25, 60 и 100мкм, данная работа имеет определенные преимущества, так как низкодисперсионный спектр позволяет опознать вероятных оптических двойников ИК- источников с большей уверенностью. Отметим, что объекты, соответствующие точечным ИК-источникам - звезды поздних спектральных классов, планетарные туманности, квазары, компактные галактики и др., в течение 10 лет были предметом поиска и исследования авторов на низкодисперсионных пластинках [5,6].

В работе [4] подробно описаны идеологические и методические основы данной программы, рассчитанной на отождествление и исследование всех источников IRAS PSC в области $+61^\circ \leq \delta \leq +65^\circ$ на высоких галактических широтах ($|b| \geq 15^\circ$), где проводился обзор FBS. В ней

приводятся обоснование целесообразности использования FBS для такой работы, принципы отождествления и определения оптических характеристик объектов.

2. *Наблюдательный материал.* Работа проводилась в области $+61^\circ \leq \delta \leq +65^\circ$ и $0.5^h30^m \leq \alpha \leq 11^h15^m$ с площадью 157 кв. гр. Для проведения данной работы использовались ИК-поток из IRAS PSC на волнах 12, 25, 60 и 100 мкм для источников соответствующей области, голубые и красные изображения POSS, изображения DSS[7] и низкодисперсионные пластинки FBS полосы $+61^\circ \leq \delta \leq +65^\circ$. Данная область охватывает 10 полей FBS размером $4^\circ \times 4^\circ$, где в 1967-75 гг. Маркарян, Липовецким и Степаняном снято 13 пластинок Kodak IIF, IIAF и IlaF. Галактическая широта для данной области лежит в пределах $+15^\circ - +53^\circ$.

Нами определены предельные звездные величины V и точные координаты центров этих пластинок [8], что позволило легко отождествить соответствующие области. Несмотря на то, что в данной области FBS имеет предел значительно выше среднего (17^m) - 17.9^m , части ИК-источников (вероятно галактики) на пластинках FBS нет. Для многих звезд сравнение звездных величин на FBS и POSS дает возможность оценить их переменность, цвет и спектральный класс. Низкодисперсионные спектры FBS также дают возможность выделить некоторые эмиссионные и абсорбционные линии.

В данной области в каталоге IRAS PSC имеется 320 источников, из которых 203 отождествлены с объектами известных каталогов на основе схождения ИК и оптических координат [9], 3 отождествлены с галактиками Цвикки, а 114 источников (в основном слабых) оставались неотожествленными. Из них нам удалось отождествить 104.

3. *Список объектов.* В табл.1 приведен список 58 оптически отождествленных незвездных объектов на вышеуказанном основании. В ее последовательных столбцах приводятся: 1 - порядковый номер отождествленного источника; 2 - обозначение источника IRAS, 3 и 4 - оптические координаты для эпохи 1950.0 (для удобства сравнения с координатами IRAS) с точностью $0.5''(\alpha)$ и $1''(\delta)$, определенные с DSS; 5, 6 - отклонения оптических координат от координат IRAS PSC ($\Delta\alpha = \alpha_{\text{опт}} - \alpha_{\text{ИК}}$ и $\Delta\delta = \delta_{\text{опт}} - \delta_{\text{ИК}}$); 7 - видимая звездная величина V с точностью около $0^m.5$, определенная с POSS на основании калибровки "диаметр изображения - звездная величина" [10]; 8 - показатели цвета C_i с точностью около $0^m.5$, определенные тем же способом; 9 - тип объектов, определенный с низкодисперсионных спектров в FBS и прямых изображений DSS, где PN - планетарная туманность, QSO - кандидаты в квазары, S, S0, E, IG - галактики соответствующих типов и GAL - галактики без определения типа.

Таблица 1

СПИСОК ОТОЖДЕСТВЛЕННЫХ 58 IRAS ИСТОЧНИКОВ

№	IRAS обозначение	Оптические координаты		Отклонения координат		m_v	CI	Тип
		α_{1950}	δ_{1950}	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
101a	05307+6429	30 ^m 45 ^s .9	29°47'	-1'.7	6"	18 ^m .1	+1 ^m .2	Игг:
101b		30 48.1	29 46	1.1	5	18.1	+1.2	S:
102	05356+6348	35 43.8	48 53	3.9	-1	19.6	+1.2	S:
103	05379+6341	37 57.1	41 16	1.0	-3	20.1	+1.2	S:
104a	05381+6442	38 12.4	42 05	2.9	-10	19.6	+1.2	Gal:
104b		38 12.6	42 15	3.1	0	20.1	+1.2	S:
105	05400+6342	40 01.5	42 16	-1.2	1	14.8	+0.7	QSO:
106	05401+6435	40 07.4	35 51	-0.1	0	15.2	+0.5	QSO:
107	05402+6235	40 14.1	35 31	1.9	-4	19.5	+0.9	Sa:
108	05405+6434	40 28.0	34 29	-4.2	-7	18.5	+0.9	Sa:
109	05459+6142	45 52.4	43 04	-1.8	6	15.8	+0.6	S:
110	05459+6406	45 58.4	07 08	2.1	26	14.1	+2.1	Sa:
111	05537+6348	53 45.0	48 34	0.0	-1	20.7	+0.3	S:
112	05577+6141	57 45.5	41 36	-1.0	-13	16.1	+0.7	QSO:
113	06016+6146	01 29.7	46 08	-8.1	3	17.3	-0.3	Sbc
114	06038+6239	03 51.3	39 23	1.9	5	14.4	+0.9	Sa:
115a	06058+6241	05 49.6	41 02	-3.0	-24	20.5	+0.9	Sa:
115b		05 54.3	41 13	1.7	-13	20.2	+0.3	Sa:
116	06109+6331	10 52.8	31 35	-2.3	-6	20.8	+0.6	S:
117	06148+6308	14 56.5	08 44	3.0	20	20.3	+0.6	Gal:
118	06233+6247	23 17.1	47 44	-1.8	0	17.3	+0.6	S:
119	06299+6227	29 59.3	27 52	0.0	17	21:	>+0.6	S:
120	06356+6134	35 42.5	33 59	2.6	-2	19.5	+0.9	Gal:
121	06425+6242	42 38.2	42 12	5.2	-18	20.8	+0.6	S:
122	06442+6213	44 14.1	13 20	-1.7	5	20.8	+0.6	Gal:
123	06502+6200	50 14.8	00 06	2.1	-27	20.1	+1.2	Gal:
124a	06514+6159	51 32.7	59 10	3.1	-6	20.8	+0.6	Gal:
124b		51 38.8	58 55	9.2	-21	17.8	+0.6	Gal:
125a	06521+6200	52 03.7	00 57	-3.0	19	19.7	+0.3	Gal:
125b		52 05.6	00 14	-1.1	-24	19.8	+0.6	Gal:
126	06529+6115	52 58.5	16 18	0.7	20	17.2	+0.3	Sa:
127a	06534+6208	53 26.9	08 47	0.7	26	20.8	+0.6	Gal:
127b		53 27.7	08 58	1.5	37	20.0	+0.9	Gal:
128a	07037+6213	03 40.2	13 46	-5.3	5	17.7	-0.6	Sa:
128b		03 40.4	14 01	-5.1	21	18.9	+1.9	E:
129	07068+6355	06 49.7	55 12	0.1	1	16.0	0.0	Gal:

Таблица 1 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
130	07072+6308	07°09'5	08'50"	-8.1	12"	20.2	+0.3	Gal:
131	07131+6135	13 06.3	35 13	0.0	-3	16.3	+0.6	Sa:
132	07228+6352	22 51.8	52 46	0.6	-1	15.7	+0.3	Gal:
133	07246+6125	24 39.3	25 06	2.6	2	19.2	+0.3	Gal:
134	07270+6433	27 00.6	33 45	-4.6	11	20.8	+0.6	S:
135a	07314+6207	31 25.6	07 57	-2.8	12	20.0	+0.9	Gal:
135b		31 27.2	08 03	-1.2	18	20.8	+0.6	Gal:
135c		31 27.4	07 48	-1.0	3	18.0	0.0	S:
136	08040+6108	03 58.9	07 51	-3.9	-11	21:	>+0.6	Gal:
137	08046+6104	04 34.4	04 29	-4.7	-13	20.8	+0.6	Gal:
138	08061+6133	06 02.8	33 48	-6.7	16	16.6	+1.3	Sa:
139	08061+6121	06 12.8	20 54	1.0	-28	19.3	+0.6	Gal:
140	08095+6445	09 35.4	45 48	4.6	-8	14.1	+1.3	Sh:
141	08150+6135	15 04.5	35 48	0.8	-6	20.0	+0.9	Sh:
142	08164+6306	16 33.0	06 49	4.0	-7	18.5	+0.9	Sa:
143	08197+6124	19 45.9	24 24	3.3	-19	14.0	0.0	Sa:
144	08266+6230	26 38.4	30 13	0.2	2	14.3	+0.6	Sa:
145	08303+6118	30 18.5	18 43	0.0	0	16.2	+0.3	Sa:
146	08309+6433	30 04.4	33 12	9.1	-13	15.6	+1.3	Sa:
147	08350+6204	35 05.7	04 51	4.6	18	18.8	+2.5	Gal:
148a	08352+6304	35 11.0	04 13	-6.2	-17	20.5	+0.9	Gal:
148b		35 13.7	04 22	-3.5	-8	20.8	+0.6	Gal:
149	08393+6321	39 21.5	21 28	0.0	-6	20.5	+0.9	Sc:
150	08410+6124	40 55.3	24 14	-8.3	-13	17.8	+0.6	S:
151	08516+6135	51 32.0	35 08	4.4	-46	19.3	+0.6	Sa:
152	09173+6231	17 12.9	32 02	-7.2	28	16.0	+0.9	Sa:
153	09273+6232	27 21.3	32 10	0.3	10	16.3	+0.6	S:
154	09343+6450	34 22.1	50 53	-1.3	5	14.5	+0.9	S0:
155	09386+6240	38 40.7	40 40	-0.7	6	15.3	+0.6	S0/E0:
156	10069+6428	07 00.0	28 21	0.5	19	15.3	+0.6	E:
157	10228+6227	22 49.1	27 28	0.7	0	17.3	+0.6	Sh:
158	10298+6119	29 49.5	19 45	-0.9	3	14.3	+0.6	Sab:

Примечания

- 05307+6429 - пара галактик типов S и Irr, расположенных на линии E-W на расстоянии 18". Справа и слева намечаются еще две слабые галактики (непечка галактик?)
- 05381+6442 - две слабые галактики, расположенные на расстоянии 10". Возможно, это взаимодействующая пара. Как оптический двойник ИК-источника более вероятна северная.
- 05400+6342 - согласно ИК потокам источника, это-галактика. Звездообразный спектр и точечное изображение указывают на возможный QSO.
- 05405+6434 - красивая планетарная туманность. На POSS и DSS видны как ядро, так и оболочка. На спектре FBS можно наметить линию H_α в эмиссии.
- 05459+6142 - возможный Sy.
- 05459+6406 - спиральная галактика, вытянутая с SE-NW. Имеет очень яркое ядро и слабые периферийные области.
- 05577+6141 - кандидат в QSO. Низкодисперсионный спектр имеет УФ-избыток.
- 06016+6146 - спиральная галактика, вытянутая SW-NE. Размеры 30"x10". Имеет две сверхассоциации.
- 06038+6239 - галактики типа Sa с очень ярким ядром и слабыми периферийными областями. Вероятно - Sy.
- 06058+6241 - пара слабых спиральных галактик. Обе находятся на пределе карт POSS. Расстояние между ними - 33".
- 06148+6308 - сомнительное отождествление, так как расхождения координат велики, и галактика относительно слаба.
- 06233+6247 - спиральная галактика, вытянутая N-S. Низкодисперсионный спектр имеет УФ-избыток.
- 06425+6242 - сомнительное отождествление, так как расхождения координат велики, и галактика на пределе.
- 06514+6159 - пара слабых галактик, западная едва заметна на DSS. Расстояние между компонентами - 43". Сомнительное отождествление, так как для яркого компонента расхождения координат велики, а вторая галактика - на пределе.
- 06521+6200 - пара слабых галактик, расположенных N-S. Северная - голубая, южная - красная. Расстояние между ними - 45".
- 06529+6115 - голубая галактика, возможно - Sy.
- 06534+6208 - пара слабых галактик (на пределе), расположенных на расстоянии 13". Тем не менее, отождествление сомнительно.
- 07037+6213 - взаимодействующая пара галактик типов Sa (южная) и, возможно, E (северная). Расстояние между ними - 16". Южная галактика - голубая, северная - красная. Если это не E, то очень компактная спиральная галактика (Sy?).
- 07068+6355 - галактика со спутником (на расстоянии 4").
- 07131+6135 - возможно, имеет слабый спутник.

07228+6352 - возможный Sy.

07314+6207 - три галактики, расположенные на расстоянии 10"-16" друг от друга.
Южная галактика самая яркая.

08095+6445 - галактика, вытянутая N-S. Возможно - с УФ-избытком (по низкодисперсионному спектру).

08164+6306 - возможный Sy.

08197+6124 - галактика с ярким ядром. На низкодисперсионном спектре намечается эмиссионная линия. Кандидат в Sy.

08309+6433 - галактика с ярким ядром, кандидат в Sy.

08352+6304 - на пластинке FBS - на пределе. Основной кандидат в оптические двойники - западная галактика. На расстоянии 120" от нее расположена другая слабая галактика. Возможно - пара галактик, излучающая в ИК.

09343+6450 - галактика типа Sa или S0 с ярким ядром. Учитывая низкодисперсионный спектр и ИК-поток, можно считать кандидатом в Sy.

09386+6240 - галактика типа S0 или E0 со слабым спутником с севера на расстоянии 4".

10298+6119 - галактика Sab, вытянутая SE-NW. Размеры -27"x8".

Анализ отклонений оптических координат от ИК показывает, что оптические двойники в 82% случаев лежат в пределах эллипсов неопределенностей IRAS. 19 объектов выходят за пределы этих эллипсов, что может быть следствием ошибок оптических координат или расхождений источников ИК и оптического излучения (в основном - в случае галактик), а также в случаях двойных оптических объектов, соответствующих ИК-источнику.

Помимо приведенных в списке объектов оптически отождествлены также 46 звезд спектральных классов K и M. Из них 2 были отобраны еще во время обзора красных звезд FBS [11], а 9 являются звездами из каталога Дирнборнской обсерватории [12]. Звездные величины V этих звезд лежат в пределах $8^m - 15^m$, а показатели цвета ($B - V$) - в пределах 1.0-3.0. Были определены также их приблизительные спектральные подклассы в диапазоне K8-M6. Интересно отметить, что уже во время отождествлений и сравнения звездных величин некоторых из этих объектов, определенных с пластинок FBS и карт POSS, были замечены большие расхождения, что указывает на переменность с амплитудами $4^m - 5^m$ и более.

Всего из 114 источников IRAS PSC данной области оптически отождествлены 104. Из них 46 являются звездами спектральных классов K и M, 1 - планетарная туманность, 3 - кандидаты в QSO, 45 - изолированные галактики и 9 - кратные галактики, в том числе 2 - взаимодействующие пары. Классификация объектов подтверждается также двухцветной диаграммой IRAS [12-25]/[25-60], где четко разделяются звезды и галактики.

После табл. I приведены комментарии для отдельных, в основном наиболее интересных объектов. Некоторые галактики имеют протяженное ИК-излучение (IRAS Small Scale Structure Catalog-SSSC) [13]. Однако предпочтительное излучение основного источника позволило включить их в IRAS PSC. В 2-х таких случаях расхождения ИК и оптических координат велики. В случае источников IRAS 06148+6308, 06425+6242 и 06514+6159 отождествления несколько сомнительны, так как расхождения координат нельзя объяснить согласно вышесказанному.

Для всех 58 объектов табл. I приводятся карты отождествления с DSS.

4. *Заключение.* В области $+61^{\circ} \leq \delta \leq +65^{\circ}$ и $0.5^h 30^m \leq 11^h 15^m$ с площадью 157 кв.гр. оптически отождествлено 104 из 114 неотождествленных источников IRAS PSC. Определены их оптические координаты, звездные величины V и показатели цвета CI . Объекты классифицированы на основе их низкодисперсионных спектров и прямых изображений DSS. Для уверенного отождествления и классификации использовались также IRAS-данные на 12, 25, 60 и 100 мкм и голубые и красные изображения POSS. Всего найдено 46 звезд спектральных классов K и M, 1 планетарная туманность, 3 кандидата в QSO, 45 ИК-галактик (в основном- спиральных, из них 8- кандидаты в сейферты) и 9 кратных галактик. Из числа последних в 2 случаях можно утверждать о взаимодействующих парах, а в одном - о взаимодействующих трех галактиках, что хорошо видно на изображениях DSS. Внегалактические объекты составляют 55% всех отождествленных объектов.

Объекты настоящего списка являются интересным материалом для дальнейших исследований, так как изучение оптических характеристик с использованием IRAS-данных даст возможность для понимания их природы.

¹Бюраканская астрофизическая обсерватория, Армения

²Марсельская астрофизическая обсерватория, Франция

OPTICAL IDENTIFICATIONS OF THE IRAS POINT SOURCES ON THE BASE OF THE FBS LOW-DISPERSION SPECTRA. II

A.M.MICKAELIAN¹, K.S.GIGOYAN¹, D.RUSSEIL²

The second part of optically identified sources from the IRAS Point Source Catalog (PSC) includes 104 objects. The identifications are made on the base

of the Digital Sky Survey (DSS), the First Byurakan Survey (FBS), blue and red images of the Palomar Observatory Sky Survey (POSS) and infrared fluxes at 12, 25, 60 and $100\mu\text{m}$ wavelengths in the region $+61^\circ \leq \delta \leq +65^\circ$ and $05^{\text{h}}30^{\text{m}} \leq \alpha \leq 11^{\text{h}}15^{\text{m}}$ with a surface of 157 sq. deg. 10 sources of 114 in this region are not identified because of absence of corresponding optical counterparts with the given coordinates. Optical coordinates, their deviations from the infrared ones, V magnitudes, CI colour indices, preliminary types for the identified objects are determined. The objects have optical magnitudes in the range $8^{\text{m}} - 21^{\text{m}}$. Of 104 objects 46 turned out to be stars of K and M spectral types, 1-planetary nebula, 3-QSO candidates, and 54-galaxies. The list of 58 non-stellar objects is given in this paper. There are Seyfert candidates, interacting pairs, galaxies with satellites and superassociations etc. among the identified galaxies. Finding charts for these objects are given from the DSS.

ЛИТЕРАТУРА

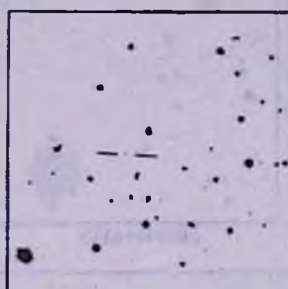
1. IRAS Point Source catalog, Version 2, On the Optical Disk, "Selected Astronomical Catalogs", Supplied by NASA, Vol.1, 1989.
2. B.E.Markarian, V.A.Lipovetski, J.A.Stepanian, L.K.Erastova, A.I.Shapovalova, Commun. Special Astrophysical Observ., 62, 5, 1989.
3. A.M.Mickaelian, Astrofizika, 38, 625, 1995.
4. А.М.Микаелян, Астрофизика, 40, 5, 1997.
5. К.С.Гугоян, Поиск и исследование слабых С и М-звезд на пластинках FBS обзора, канд. дисс., Бюракан 1994, 112с.
6. А.М.Микаелян, Выявление и исследование голубых звездных объектов Первого Бюраканского обзора, канд. дисс., Бюракан 1994, 284с.
7. T.McGlynn, N.E.White, K.Scollick, ASP Conf. Ser., 61, 34, 1994.
8. Г.В.Абрамян, А.М.Микаелян, Астрофизика, 37, 43, 1994.
9. IRAS Catalogs and Atlases. 2, The Point Source Catalog, Declination Range $90^\circ > \delta > 30^\circ$: Joint IRAS Science Working Group. NASA, Washington, DC:US GPO, 1988.
10. I.R.King, M.J.Raff, Publ. Astron. Soc. Pacif, '89, 120, 1977.
11. Г.В.Абрамян, К.С.Гугоян, Астрофизика, 36, 431, 1933.
12. O.J.Lee, G.D.Gore, T.J.Bartlett, Ann. Dearborn Observ., Vol.5. Part 1C, 1947.
13. IRAS Catalogs and Atlases, 7. Small Scale Structure Catalog, Joint IRAS Science Working Group. NASA, Washington, DC: US GPO, 1988.

КАРТЫ ОТОЖДЕСТВЛЕНИЯ IRAS ИСТОЧНИКОВ

(Север сверху, восток слева, размеры 5'x5').



05307+6429



05356+6348



05379+6341



05381+6442



05400+6342



05401+6435



05402+6235



05405+6434



05459+6142



05459+6406



05537+6348



05577+6141



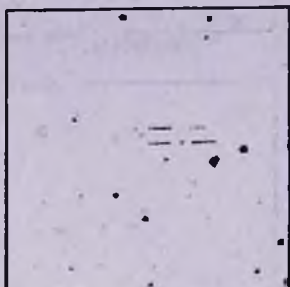
06521+6200



06529+6115



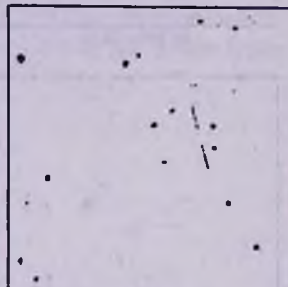
06534+6208



07037+6213



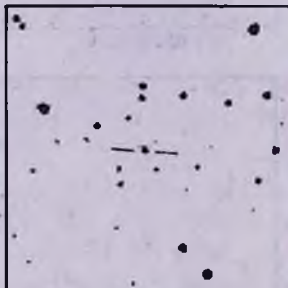
07068+6355



07072+6308



07131+6135



07228+6352



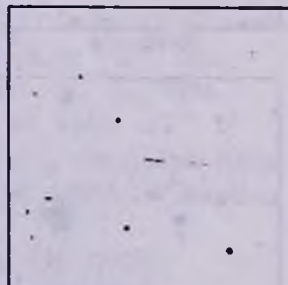
07246+6125



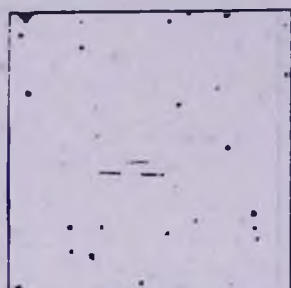
07270+6433



07314+6207



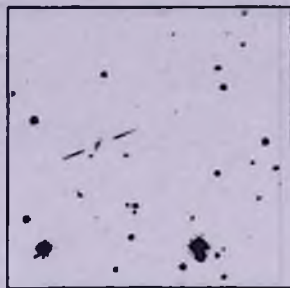
08040+6108



09038+0541



09038+0530



09010+0140



09533+0543



09148+0308



09100+0331



09452+0545



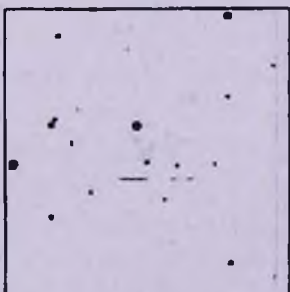
09320+0134



09500+0553



09214+0120



09205+0500



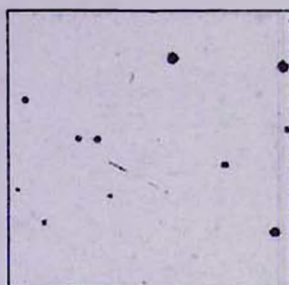
09445+0513



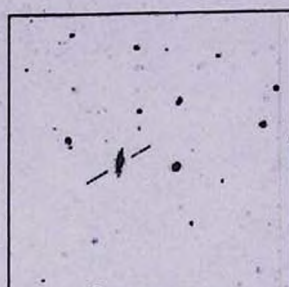
08046+6104



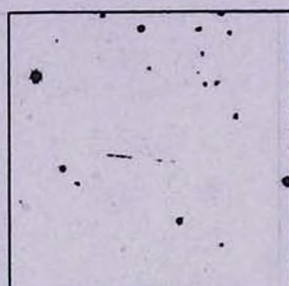
08061+6133



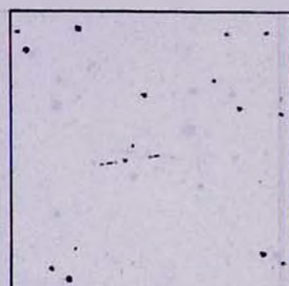
08061+6121



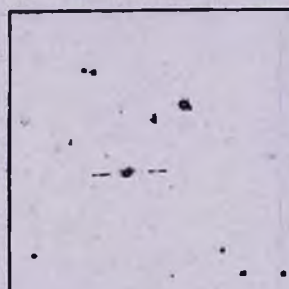
08095+6445



08150+6135



08164+6306



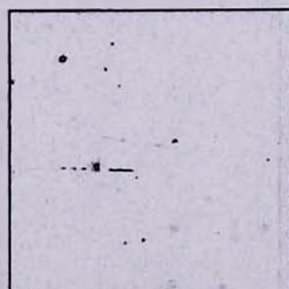
08197+6124



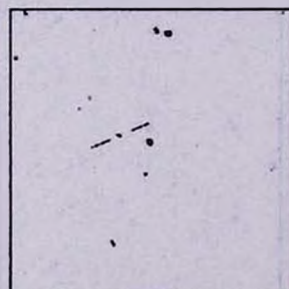
08266+6230



08303+6118



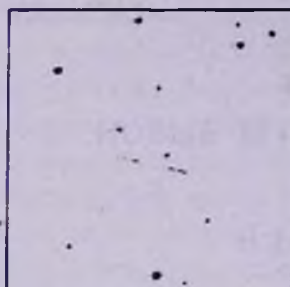
08309+6433



08350+6204



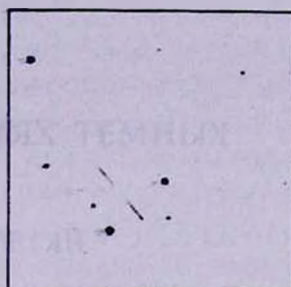
08352+6304



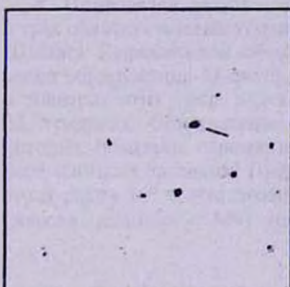
08393+6321



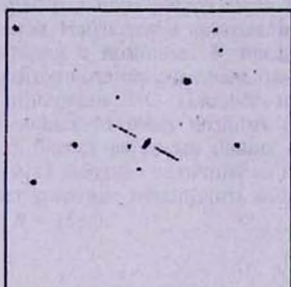
08410+6124



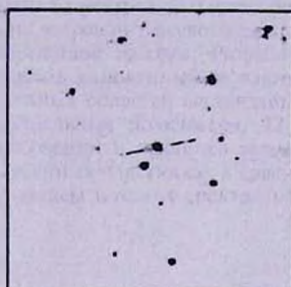
08516+6135



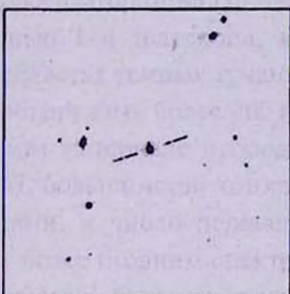
09173+6231



09273+6232



09343+6450



09386+6240



10069+6428



10228+6227



10298+6119