



VII Международная астрономическая олимпиада

VII International Astronomy Olympiad

САО РАН, Нижний Архыз

22 – 29. 10. 2002

Nizhnij Arkhyz, SAO RAS

Задачи теоретического тура

Theoretical round. Problems to solve

язык	русский
language	

Group A

1. Примерно в 1100 году до нашей эры китайские астрономы измеряли максимальную высоту Солнца в дни летнего и зимнего солнцестояний. В первом случае они получили величину $h_1 = 79^{\circ}07'$, во втором – $h_2 = 31^{\circ}19'$. Оба раза Солнце было к югу от зенита. Найдите широту местности, где проводились наблюдения, а также угол наклона эклиптики к небесному экватору в ту эпоху.
2. Спутники проекта «Иридиум» как бы вспыхивают на небе из-за того, что отражают солнечные лучи полированными поверхностями своих главных антенн, которые имеют размер 188×86 см. Один такой спутник находился над головой во время “вспышки” и звёздная величина “вспышки” составила в максимуме -8^m .
 - а) Нарисуйте ход лучей и сделайте оценку площади, на поверхности Земли, на которую падают лучи от одной отражающей антенны.
 - б) Найдите высоту спутника над поверхностью Земли.
3. Получено сообщение внеземной цивилизации. Расшифруйте его. Сообщение такое:
10001100010011001001001001100111100100110010010010011001001000110
(Это всё послание, не только его часть.)
4. Представьте, что Вы – белый медведь, который весь 2002 год сидит на северном полюсе. Вычислите, какая часть неба (в %) находится ниже линии эклиптики в тот момент, когда высота Солнца над горизонтом была (или будет) максимальной. В какой еще момент (с точностью до дня) та же часть неба окажется под эклиптикой? Ответ поясните рисунком с медведем на северном полюсе.
5. В таблице представлены данные о комете C/2002 O4 (Hoenig): элементы орбиты и эфемериды (дата, прямое восхождение и склонение, расстояние до Земли, расстояние до Солнца, элонгация, фаза, звёздная величина). Вычислить по этим данным скорость кометы в перигелии. Примечание: Земля движется по орбите со скоростью $V_E = 30$ км/с.
6. Лифт ведёт с поверхности Земли на геостационарный спутник. Оцените (по крайней мере, грубо), на каком расстоянии до (ниже) спутника сила тяжести, действующая на человека, будет равна одной сотой от обычной.



VII Международная астрономическая
VII International Astronomy Olympiad

САО РАН, Нижний Архыз

22 – 29. X. 2002

Nizhnij Arkhыз, SAO RAS

Эфемериды и элементы орбиты

Ephemeris and Orbital Elements

C/2002 O4 (Hoenig)

язык	<i><u>русский</u></i>
language	
язык	<i><u>English</u></i>
language	

Epoch 2002 Oct. 13.0 TT = JDT 2452560.5

T 2002 Oct. 1.9836 TT

q	0.776187	(2000.0)	P	Q
z	-0.001046	Peri. 105.9398	-0.0380511	-0.7978125
	+/-0.000031	Node 321.0402	-0.0084648	+0.6023755
e	1.000812	Incl. 73.1260	+0.9992399	-0.0252779

From 1088 observations 2002 July 27-Sept. 13.

Date	TT	R. A. (2000)	Decl.	Delta	r	Elong.	Phase	m
2002 09 15		12 51.87	+48 56.2	1.029	0.843	48.9	64.1	8.8
2002 09 16		12 50.29	+48 01.0	1.044	0.836	48.1	63.5	8.8
2002 09 17		12 48.78	+47 06.8	1.058	0.829	47.3	63.0	8.8
2002 09 18		12 47.34	+46 13.5	1.073	0.822	46.5	62.4	8.8
2002 09 19		12 45.96	+45 21.0	1.087	0.816	45.7	61.8	8.8
2002 09 20		12 44.64	+44 29.2	1.101	0.811	45.0	61.2	8.8
2002 09 21		12 43.37	+43 38.2	1.115	0.805	44.3	60.5	8.8
2002 09 22		12 42.15	+42 47.8	1.129	0.800	43.6	59.9	8.8
2002 09 23		12 40.97	+41 58.0	1.142	0.796	42.9	59.2	8.8
2002 09 24		12 39.84	+41 08.8	1.156	0.792	42.3	58.5	8.8
2002 09 25		12 38.75	+40 20.0	1.169	0.788	41.7	57.8	8.8
2002 09 26		12 37.69	+39 31.7	1.182	0.785	41.1	57.1	8.8
2002 09 27		12 36.68	+38 43.8	1.195	0.782	40.5	56.4	8.8
2002 09 28		12 35.69	+37 56.2	1.207	0.780	40.0	55.7	8.8
2002 09 29		12 34.75	+37 09.0	1.219	0.778	39.5	55.0	8.8
2002 09 30		12 33.83	+36 22.1	1.231	0.777	39.1	54.3	8.9
2002 10 01		12 32.95	+35 35.5	1.243	0.776	38.6	53.6	8.9
2002 10 02		12 32.10	+34 49.1	1.254	0.776	38.2	52.9	8.9
2002 10 03		12 31.28	+34 02.9	1.265	0.776	37.9	52.3	8.9
2002 10 04		12 30.49	+33 17.0	1.276	0.777	37.5	51.6	8.9
2002 10 05		12 29.73	+32 31.3	1.286	0.778	37.2	51.0	9.0
2002 10 06		12 29.00	+31 45.8	1.297	0.780	36.9	50.4	9.0
2002 10 07		12 28.29	+31 00.4	1.306	0.782	36.7	49.8	9.0
2002 10 08		12 27.62	+30 15.2	1.316	0.785	36.5	49.2	9.0
2002 10 09		12 26.97	+29 30.1	1.325	0.788	36.3	48.7	9.1
2002 10 10		12 26.34	+28 45.2	1.334	0.792	36.2	48.2	9.1
2002 10 11		12 25.74	+28 00.4	1.343	0.796	36.1	47.7	9.1
2002 10 12		12 25.17	+27 15.8	1.351	0.800	36.0	47.2	9.2
2002 10 13		12 24.62	+26 31.3	1.359	0.805	36.0	46.8	9.2
2002 10 14		12 24.09	+25 46.9	1.367	0.811	36.0	46.3	9.3
2002 10 15		12 23.58	+25 02.7	1.374	0.816	36.0	46.0	9.3
2002 10 16		12 23.10	+24 18.5	1.381	0.823	36.1	45.6	9.4
2002 10 17		12 22.64	+23 34.5	1.387	0.829	36.2	45.3	9.4
2002 10 18		12 22.19	+22 50.7	1.394	0.836	36.4	45.0	9.4
2002 10 19		12 21.77	+22 06.9	1.400	0.843	36.5	44.7	9.5
2002 10 20		12 21.37	+21 23.3	1.406	0.851	36.7	44.4	9.5
2002 10 21		12 20.98	+20 39.7	1.411	0.859	37.0	44.2	9.6
2002 10 22		12 20.60	+19 56.3	1.416	0.867	37.2	44.0	9.6
2002 10 23		12 20.25	+19 13.1	1.421	0.876	37.5	43.8	9.7
2002 10 24		12 19.91	+18 29.9	1.426	0.885	37.9	43.6	9.7
2002 10 25		12 19.58	+17 46.9	1.430	0.894	38.2	43.5	9.8
2002 10 26		12 19.26	+17 04.0	1.434	0.904	38.6	43.4	9.8
2002 10 27		12 18.95	+16 21.2	1.438	0.913	39.0	43.2	9.9



VII Международная астрономическая олимпиада
VII International Astronomy Olympiad

САО РАН, Нижний Архыз

22 – 29. 10. 2002

Nizhnij Arkhyz, SAO RAS

Задачи теоретического тура

Theoretical round. Problems to solve

язык	<i>русский</i>
language	

Group B

1. Примерно в 1100 году до нашей эры китайские астрономы измеряли максимальную высоту Солнца в дни летнего и зимнего солнцестояний. В первом случае они получили величину $h_1 = 79^\circ 07'$, во втором – $h_2 = 31^\circ 19'$. Оба раза Солнце было к югу от зенита. Найдите широту местности, где проводились наблюдения, а также угол наклона эклиптики к небесному экватору в ту эпоху.
2. Спутники проекта «Иридиум» как бы вспыхивают на небе из-за того, что отражают солнечные лучи полированными поверхностями своих главных антенн, которые имеют размер 188×86 см. Один такой спутник находился над головой во время «вспышки» и звёздная величина «вспышки» составила в максимуме -8^m .
 - а) Нарисуйте ход лучей и сделайте оценку площади, на поверхности Земли, на которую падают лучи от одной отражающей антенны.
 - б) Найдите высоту спутника над поверхностью Земли.
3. Получено сообщение внеземной цивилизации. Расшифруйте его. Сообщение такое:
10001100010011001001001001100111100100110010010010011001001000110
(Это всё послание, не только его часть.)
4. На графике представлена зависимость интенсивности радиоизлучения (на длине волны около 21 см) от координаты, полученная с помощью радиотелескопа и обработанная: шумы и помехи, которые даёт принимающая аппаратура, удалены. Из этой зависимости можно определить несколько параметров данного источника излучений. Не задаваясь вопросом, какие это параметры и как определять, укажите, сколько параметров можно определить из данного графика. Нанесите на графике те величины, из которых вы получаете данные параметры.
Для изучения данного объекта в оптическом диапазоне использовали маленький телескоп. Обнаружилось, что потоки энергии от источника в радиодиапазоне и в оптическом диапазоне равны. Каких фотонов от источника идет больше: радио- или оптических? Примерно во сколько раз?
5. Оцените, с какой скоростью V_c движется по своей орбите Марс во время Великих противостояний с Землёй, если Земля движется по орбите со скоростью $V_1 = 29,8$ км/с. Эксцентриситеты орбит Земли и Марса равны, соответственно, $e_1 = 0,017$ и $e_2 = 0,093$, а среднее расстояние от Солнца до Марса равно $a_2 = 1,524$ а.е.
6. Телескопом среднего размера можно зарегистрировать астероид из главного пояса астероидов размером до 5 км. Какого размера объекты пояса Койпера можно зарегистрировать этим же телескопом этими же методами? Все необходимые характеристики астероидов главного пояса и пояса Койпера Вам надо вспомнить самостоятельно. Физические характеристики (состав) объектов считать приблизительно соответствующими Марсу и Плутону.



VII Международная астрономическая олимпиада
VII International Astronomy Olympiad

САО РАН, Нижний Архыз

22 - 29. X. 2002

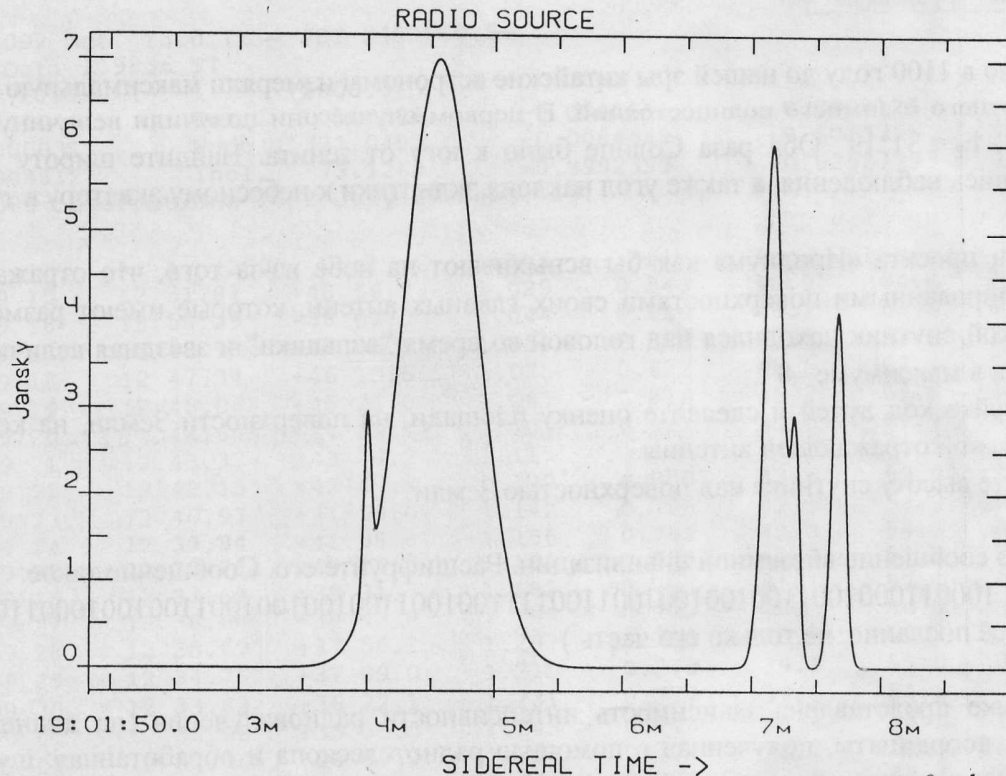
Nizhnij Arkhyz, SAO RAS

Рисунок к задаче 4

Figure for problem 4

язык	<u>русский</u>
language	
язык	<u>English</u>
language	

Group B



У нас 5 пик. (max) (2 пика), и еще 2 пика (маленькие) и еще 4 пика -
 совсем маленькие. (по порядку 1 и 2 пика) => максимум 15 микроватт
 и еще 4 пика, т.е. максимум 16 микроватт
 максимум. По формуле Планка: $h\nu = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow$ длина волны
 = максимум 16 микроватт при длине волны $\lambda \approx 21 \mu\text{m}$
 $\approx 5,8 \cdot 10^{-5} \text{ м}$
 максимум 16 микроватт при длине волны $\lambda \approx 5500 \text{ \AA}$ => максимум 400000

САО РАН, Нижний Архыз

2002

Nizhnij Arkhyz, SAO RAS

$$E_0 = E_R$$

$$n h \nu_0 = n_2 h \nu_R$$

и еще 4 пика при $\lambda \approx 21 \mu\text{m}$



VII Международная астрономическая олимпиада

VII International Astronomy Olympiad

САО РАН, Нижний Архыз

22 – 29. X. 2002

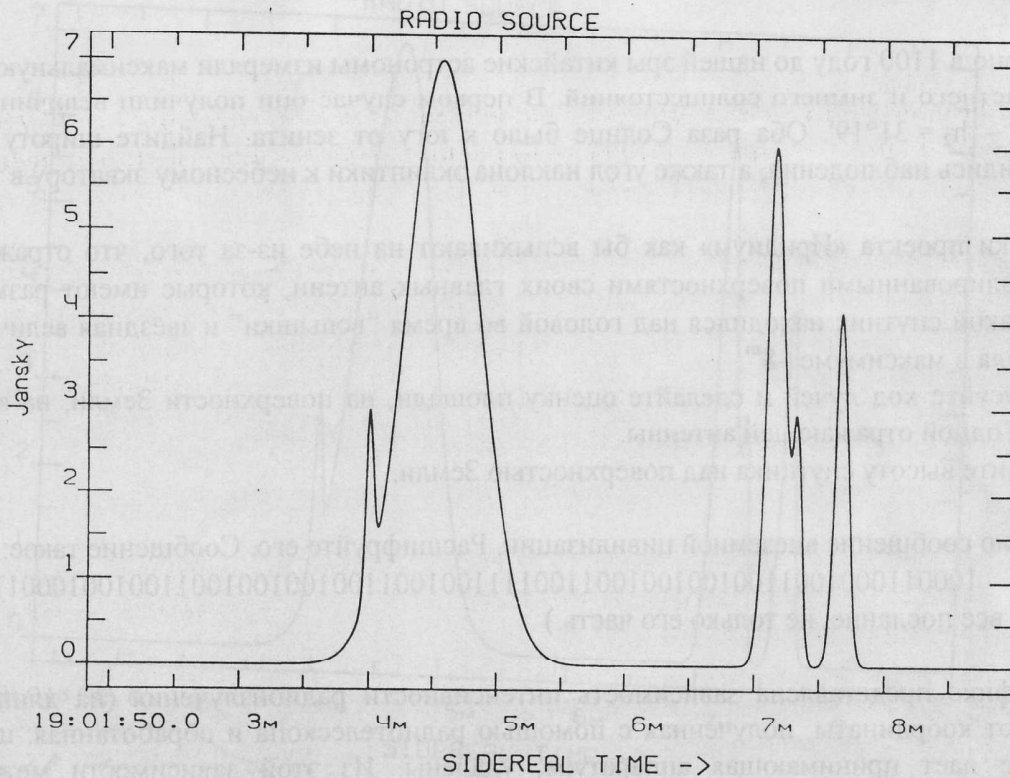
Nizhnij Arkhyz, SAO RAS

Рисунок к задаче 4

Figure for problem 4

язык	<u>русский</u>
language	
язык	<u>English</u>
language	

Group B



САО РАН, Нижний Архыз

2002

Nizhnij Arkhyz, SAO RAS



Задача практического тура

Practical round. Problem to solve

язык	русский
language	

Group A

7. Оптический “хвост” гамма-всплеска GRB021004.

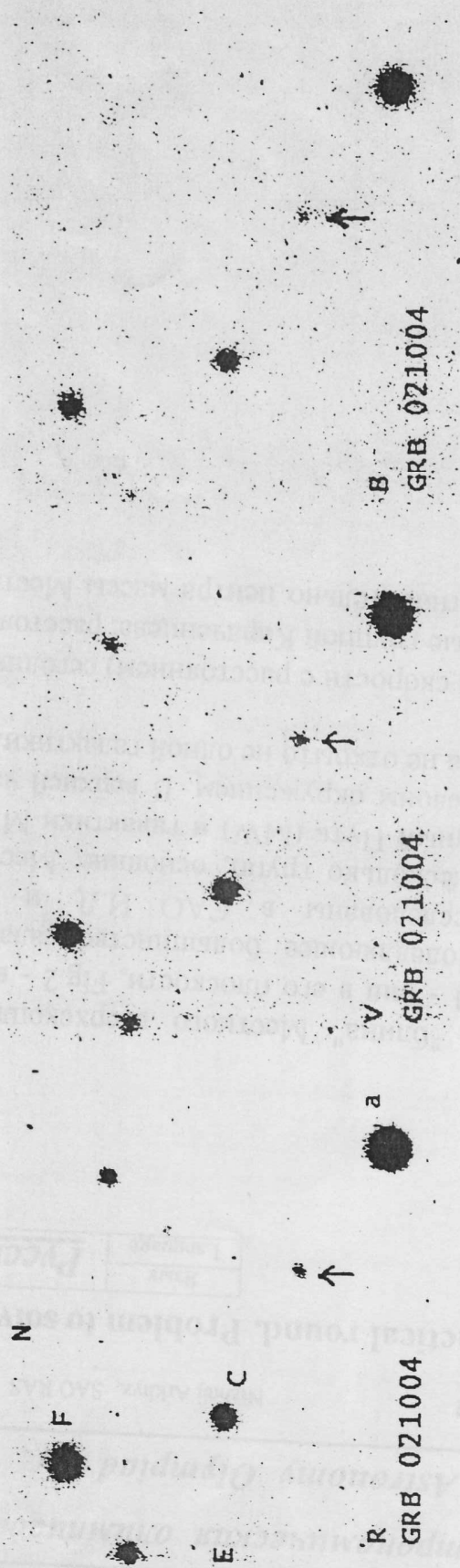
Вы, конечно, знаете, что одним из важнейших астрофизических открытий последних лет явилось обнаружение послесвечений в видимых лучах, связанных с гигантскими гамма-всплесками, известными с 1973 года. Именно это открытие позволило понять, что гамма-всплески связаны со взрывами в далеких галактиках. Вам повезло, в начале этого месяца (4 октября 2002 года, вскоре после полудня по Гринвичу) был зарегистрирован мощный всплеск гамма-излучения в далекой галактике в созвездии Рыб ($z \geq 2,3$), а 12 минут спустя – его оптическое послесвечение. Через несколько часов начались наблюдения на 1-м телескопе САО. Одна из первых серий снимков в трех цветах, сделанных в САО, показана на Fig.1. Fig.2 показывает изменение блеска оптического послесвечения GRB021004 на первые 5 суток.

Видимые звездные величины оптического послесвечения GRB021004 в первые часы после вспышки в красных (R), зеленых(V) и синих (B) лучах:

d, Мпк	V_r , км/с	d, Мпк	V_r , км/с	d, Мпк	V_r , км/с
0.10	-55	2.80	260	3.80	180
0.15	-37	2.82	278	3.80	160
0.42	-140	2.96	290	3.90	240
0.60	20	3.02	256	3.90	190
0.63	-75	3.08	302	4.00	200
0.70	-5	3.20	337	4.00	80
0.70	-90	3.20	303	4.20	247
0.73	M31 -35	3.20	287	4.27	305
0.82	M33 37	3.30	317	4.30	272
0.82	22	3.30	262	4.30	213
0.82	-62	3.40	330	4.40	288
1.00	23	3.40	315	4.50	300
1.30	63	3.40	278	4.50	263
1.40	93	3.40	245	4.60	355
1.60	87	3.40	227	4.60	300
1.65	107	3.50	232	4.60	262
1.92	127	3.52	M82 342	4.62	332
1.92	80	3.52	150	4.70	353
2.18	118	3.60	360	4.80	348
2.24	170	3.60	320	4.80	295
2.43	150	3.60	270	4.90	305
2.50	220	3.60	250	5.00	385
2.50	172	3.60	170	5.20	430
2.58	195	3.60	M81 112	5.20	350
2.63	250	3.70	270	5.20	320
		3.70	176		
		d, Мпк	V_r, км/с		
		3.70	120		

Задание

- Используя табличные данные, постройте на клетчатой бумаге график зависимости $V_r(d)$.
- Представляя зависимость прямой линией, найдите постоянную Хаббла H из закона Хаббла.
- Если на Вашем графике есть систематические отклонения точек от прямой (обратите внимание на интервалы d от 0 до 1 Мпк и от 2,5 до 4,5 Мпк), объясните их.



First observation of afterglow with 1-m reflector of SAO RAN 7 hours after the burst.

Рис.1. Первые снимки оптического послесвечения GRB021004 в трех R цветах (R, V, B) 4 октября 2002 года на 1-м телескопе САО.

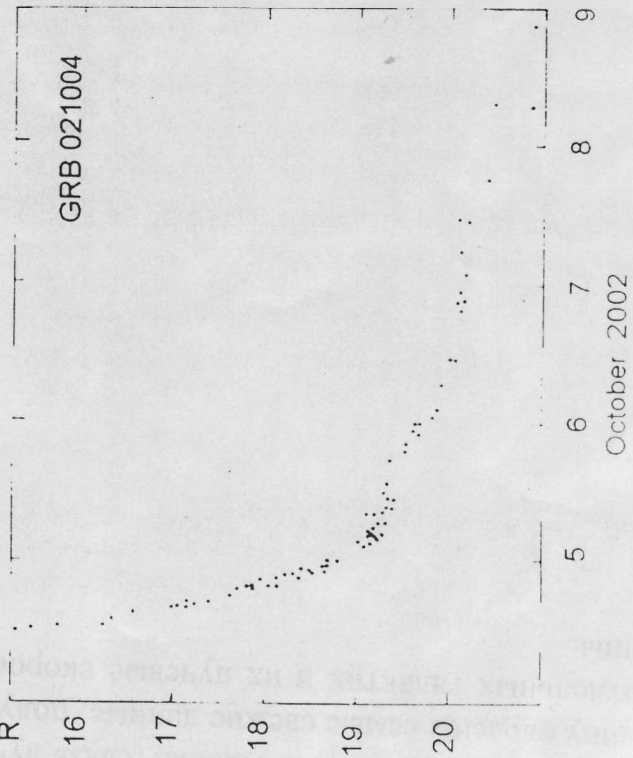
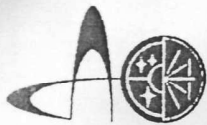


Рис.2 Кривая блеска оптического послесвечения GRB021004 в красных лучах (полоса R) в первые несколько суток.



Задача практического тура

Practical round. Problem to solve

Язык	<u>Русский</u>
Language	

Group B

7. ЗАКОН ХАББЛА В БЛИЖНЕЙ ВСЕЛЕННОЙ

Перед Вами карты ближней Вселенной. Из "блина" Местного сверхскопления галактик вырезан кружок радиусом 5 Мпк: Fig.1 - вид в его плоскости, Fig.2 - вид с ребра. Каждая точка отдельная галактика. Подавляющее большинство галактик карликовые, почти все они открыты и исследованы в САО И.Д. и В.Е. Караченцевыми с сотрудниками. Выделяются несколько групп, основные: Местная группа, в которую входит наша Галактика Млечный Путь (MW) и галактики M31 и M33, скопление галактик в Центавре и M81 со своим окружением. В верхней части Fig.2 виден Local Void -- "пустота", в которой пока не открыто не одной галактики.

Как выглядит зависимость Хаббла (связь лучевой скорости с расстоянием) сегодня? В таблицу сведены самые свежие данные, полученные группой Караченцева: расстояния до отдельных галактик и их лучевые скорости относительно центра массы Местной группы.

Fig. 2.

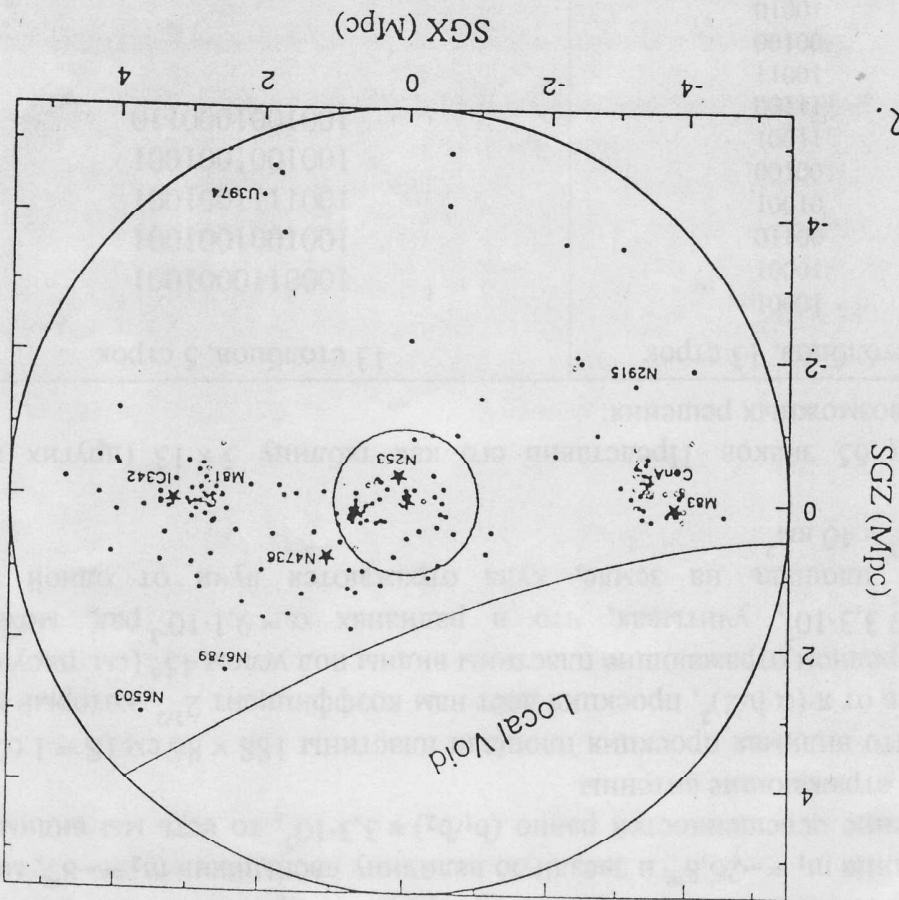
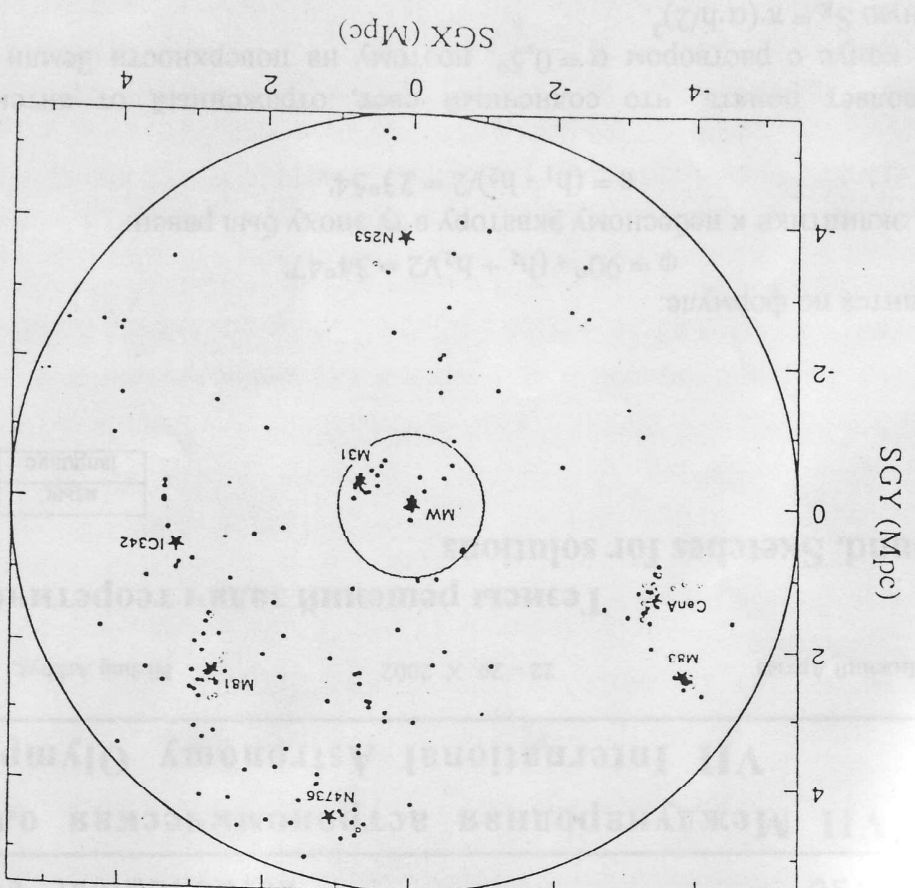


Fig. 1.



d, Мпк		V _r , км/с
0.10		-55
0.15		-37
0.42		-140
0.60		20
0.63		-75
0.70		-5
0.70		-90
0.73	M31	-35
0.82	M33	37
0.82		22
0.82		-62
1.00		23
1.30		63
1.40		93
1.60		87
1.65		107
1.92		127
1.92		80
2.18		118
2.24		170
2.43		150
2.50		220
2.50		172
2.58		195
2.63		250

d, Мпк		V _r , км/с

2.80		260
2.82		278
2.96		290
3.02		256
3.08		302
3.20		337
3.20		303
3.20		287
3.30		317
3.30		262
3.40		330
3.40		315
3.40		278
3.40		245
3.40		227
3.50		232
3.52	M82	342
3.52		150
3.60		360
3.60		320
3.60		270
3.60		250
3.60		170
3.60	M81	112
3.70		270
3.70		176
d, Мпк		V _r , км/с
3.70		120

3.80		180
3.80		160
3.90		240
3.90		190
4.00		200
4.00		80
4.20		247
4.27		305
4.30		272
4.30		213
4.40		288
4.50		300
4.50		263
4.60		355
4.60		300
4.60		262
4.62		332
4.70		353
4.80		348
4.80		295
4.90		305
5.00		385
5.20		430
5.20		350
5.20		320

Задание

- Используя табличные данные, постройте на клетчатой бумаге график зависимости $V_r(d)$.
- Представляя зависимость прямой линией, найдите постоянную Хаббла H из закона Хаббла.
- Если на Вашем графике есть систематические отклонения точек от прямой (обратите внимание на интервалы d от 0 до 1 Мпк и от 2,5 до 4,5 Мпк), объясните их.

52. ^d 004	МОМЕНТ ГАММА-ВСПЛЕСКА		
52. ^d 013	15. ^m 5		
52. ^d 015	15. ^m 6		
52. ^d 023	15. ^m 9		
52. ^d 050	16. ^m 3		
52. ^d 100	16. ^m 5		
52. ^d 125	16. ^m 6		
52. ^d 200	17. ^m 2		
52. ^d 225	17. ^m 4		
52. ^d 250	17. ^m 6		
52. ^d 300	17. ^m 82	18. ^m 20	18. ^m 50
52. ^d 325	17. ^m 90	18. ^m 28	18. ^m 62
52. ^d 350	18. ^m 02	18. ^m 38	18. ^m 72
52. ^d 375	18. ^m 08	18. ^m 48	18. ^m 83
52. ^d 400	18. ^m 17	18. ^m 59	18. ^m 92
52. ^d 425	18. ^m 25	18. ^m 69	19. ^m 02
52. ^d 450	18. ^m 35	18. ^m 78	19. ^m 12
52. ^d 475	18. ^m 42	18. ^m 83	19. ^m 22
52. ^d 500	18. ^m 51	18. ^m 92	19. ^m 28
52. ^d 550	18. ^m 8		
52. ^d 650	19. ^m 1		
52. ^d 700	19. ^m 2		

$m_R - m_B$	$m_B - m_V$
0,38	0,3
0,38	0,34
0,36	0,34
0,4	0,35
Наблюдения на 1-м 0,42	0,33
0,44	0,33
0,43 ^{CAO}	0,39
0,41	0,39
0,41	0,36

Задание.

- Нанесите на клетчатую бумагу приведенные выше оценки блеска в зависимости от времени.
- Представьте изменения блеска со временем одной или двумя зависимостями степенного типа:

$$I = I_0(t - t_0)^{-\alpha}$$
 где α – параметр степенной функции, и нанесите их на график.
- Оцените с помощью предложенной Вами кривой $m_R(t)$ звездную величину в момент гамма-всплеска.
- Происходит ли изменение цвета послесвечения за время наблюдения в трех полосах R, V и B.

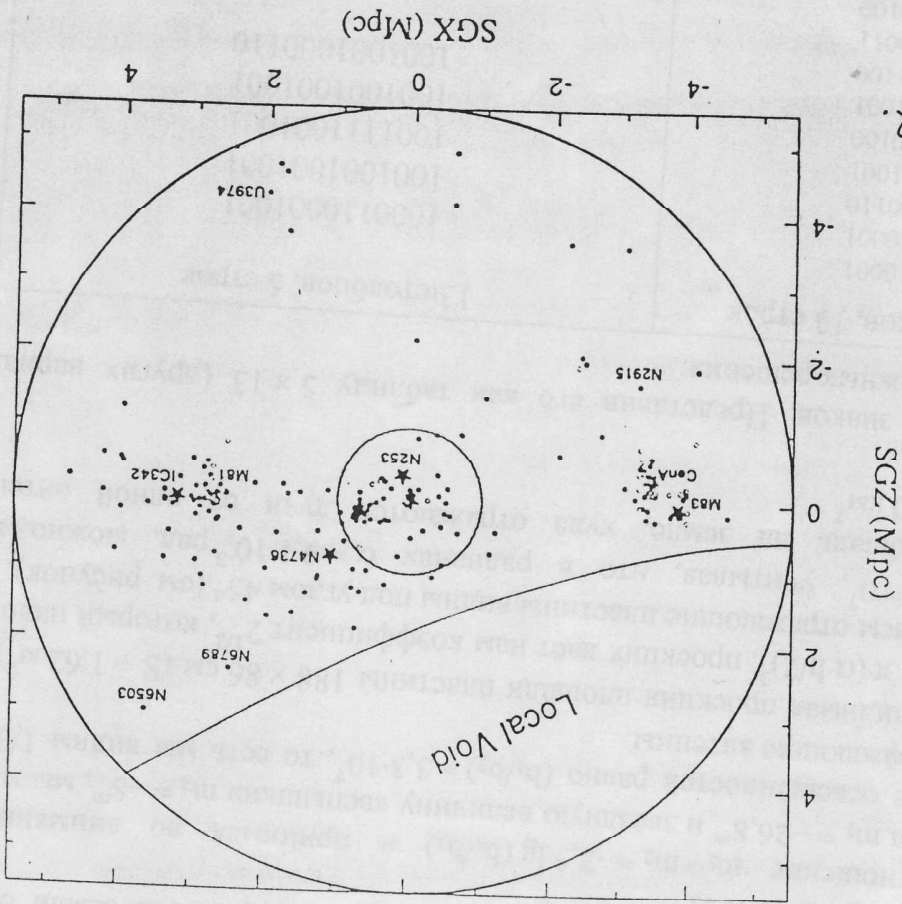


Fig. 2.

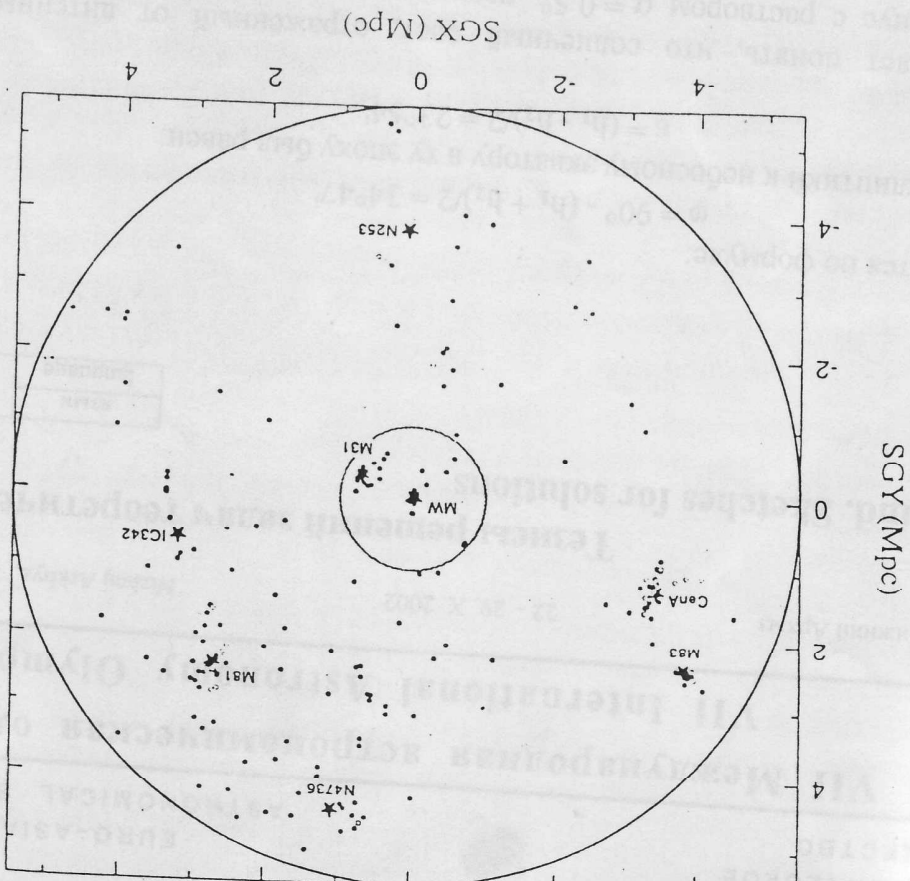


Fig. 1.



Задачи наблюдательного тура

Observational round. Problems to solve

язык	<i>русский</i>
language	

Groups AB

Сейчас Вы посетите 3 наблюдательных пункта.

С каждого пункта Вам будет видна небольшая область неба.

В каждом пункте впишите в таблицу:

- Не более двух видимых Вами созвездий (можно также назвать 1–2 звезды);
- Направление, в котором Вы смотрите, относительно плоскости нашей Галактики. (например, на ее центр, к северу от ее плоскости и т. п.).

Время работы на каждом пункте не более трех минут.

Пункт	Созвездие (звезда)	Направление в Галактике
1		
2		
3		