

Вариант 2

Задания практического тура

Задание 1. Звезды. (20 баллов)

Ниже приведены экваториальные координаты и видимые звездные величины двадцати ярких звезд. Каковы их имена собственные (как в школьном учебнике астрономии) и по Байеру, например:

$\alpha = 6^h 45^m, \delta = -16^\circ 43', m = -1,46$ – Сириус, α Большого Пса.

1. $\alpha = 1^h 38^m, \delta = -57^\circ 14', m = 0,44$.
2. $\alpha = 2^h 07^m, \delta = 23^\circ 28', m = 2,01$.
3. $\alpha = 2^h 32^m, \delta = 89^\circ 16', m = 1,97$.
4. $\alpha = 3^h 24^m, \delta = 49^\circ 52', m = 1,79$.
5. $\alpha = 5^h 17^m, \delta = 46^\circ 00', m = 0,08$.
6. $\alpha = 5^h 25^m, \delta = 6^\circ 21', m = 1,64$.
7. $\alpha = 5^h 55^m, \delta = 7^\circ 24', m = 0,2 - 1,2$.
8. $\alpha = 6^h 24^m, \delta = -52^\circ 42', m = -0,72$.
9. $\alpha = 7^h 35^m, \delta = 31^\circ 53', m = 1,96$.
10. $\alpha = 7^h 39^m, \delta = 5^\circ 13', m = 0,37$.
11. $\alpha = 9^h 28^m, \delta = -8^\circ 40', m = 1,97$.
12. $\alpha = 10^h 08^m, \delta = 11^\circ 58', m = 1,35$.
13. $\alpha = 11^h 49^m, \delta = 14^\circ 34', m = 2,14$.
14. $\alpha = 13^h 25^m, \delta = -11^\circ 10', m = 1,04$.
15. $\alpha = 14^h 16^m, \delta = 19^\circ 11', m = -0,05$.
16. $\alpha = 16^h 29^m, \delta = -26^\circ 26', m = 0,96$.
17. $\alpha = 18^h 37^m, \delta = 38^\circ 47', m = 0,03$.
18. $\alpha = 19^h 51^m, \delta = 8^\circ 52', m = 0,77$.
19. $\alpha = 20^h 41^m, \delta = 45^\circ 17', m = 1,25$.
20. $\alpha = 22^h 58^m, \delta = -29^\circ 37', m = 1,16$.

Решение:

1. $\alpha = 1^h 38^m, \delta = -57^\circ 14', m = 0,44$ – α Эридана, Ахернар.
2. $\alpha = 2^h 07^m, \delta = 23^\circ 28', m = 2,01$ – α Овна, Гамаль.
3. $\alpha = 2^h 32^m, \delta = 89^\circ 16', m = 1,97$ – α Малой Медведицы, Полярная.
4. $\alpha = 3^h 24^m, \delta = 49^\circ 52', m = 1,79$ – α Персея, Мирфак.
5. $\alpha = 5^h 17^m, \delta = 46^\circ 00', m = 0,08$ – α Возничего, Капелла.
6. $\alpha = 5^h 25^m, \delta = 6^\circ 21', m = 1,64$ – γ Ориона, Беллатрикс.
7. $\alpha = 5^h 55^m, \delta = 7^\circ 24', m = 0,2 - 1,2$ – α Ориона, Бетельгейзе.
8. $\alpha = 6^h 24^m, \delta = -52^\circ 42', m = -0,72$ – α Киля, Канопус.
9. $\alpha = 7^h 35^m, \delta = 31^\circ 53', m = 1,96$ – α Близнецов, Кастор.
10. $\alpha = 7^h 39^m, \delta = 5^\circ 13', m = 0,37$ – α Малого Пса, Процион.
11. $\alpha = 9^h 28^m, \delta = -8^\circ 40', m = 1,97$ – α Гидры, Альфард.
12. $\alpha = 10^h 08^m, \delta = 11^\circ 58', m = 1,35$ – α Льва, Регул.
13. $\alpha = 11^h 49^m, \delta = 14^\circ 34', m = 2,14$ – β Льва, Денебола.
14. $\alpha = 13^h 25^m, \delta = -11^\circ 10', m = 1,04$ – α Девы, Спика.
15. $\alpha = 14^h 16^m, \delta = 19^\circ 11', m = -0,05$ – α Волопаса, Арктур.
16. $\alpha = 16^h 29^m, \delta = -26^\circ 26', m = 0,96$ – α Скорпиона, Антарес.
17. $\alpha = 18^h 37^m, \delta = 38^\circ 47', m = 0,03$ – α Лирь, Вега.
18. $\alpha = 19^h 51^m, \delta = 8^\circ 52', m = 0,77$ – α Орла, Альтаир.
19. $\alpha = 20^h 41^m, \delta = 45^\circ 17', m = 1,25$ – α Лебедя, Денеб.
20. $\alpha = 22^h 58^m, \delta = -29^\circ 37', m = 1,16$ – α Южной Рыбы, Фомальгаут.

Задание 2. Каталоги. (20 баллов)

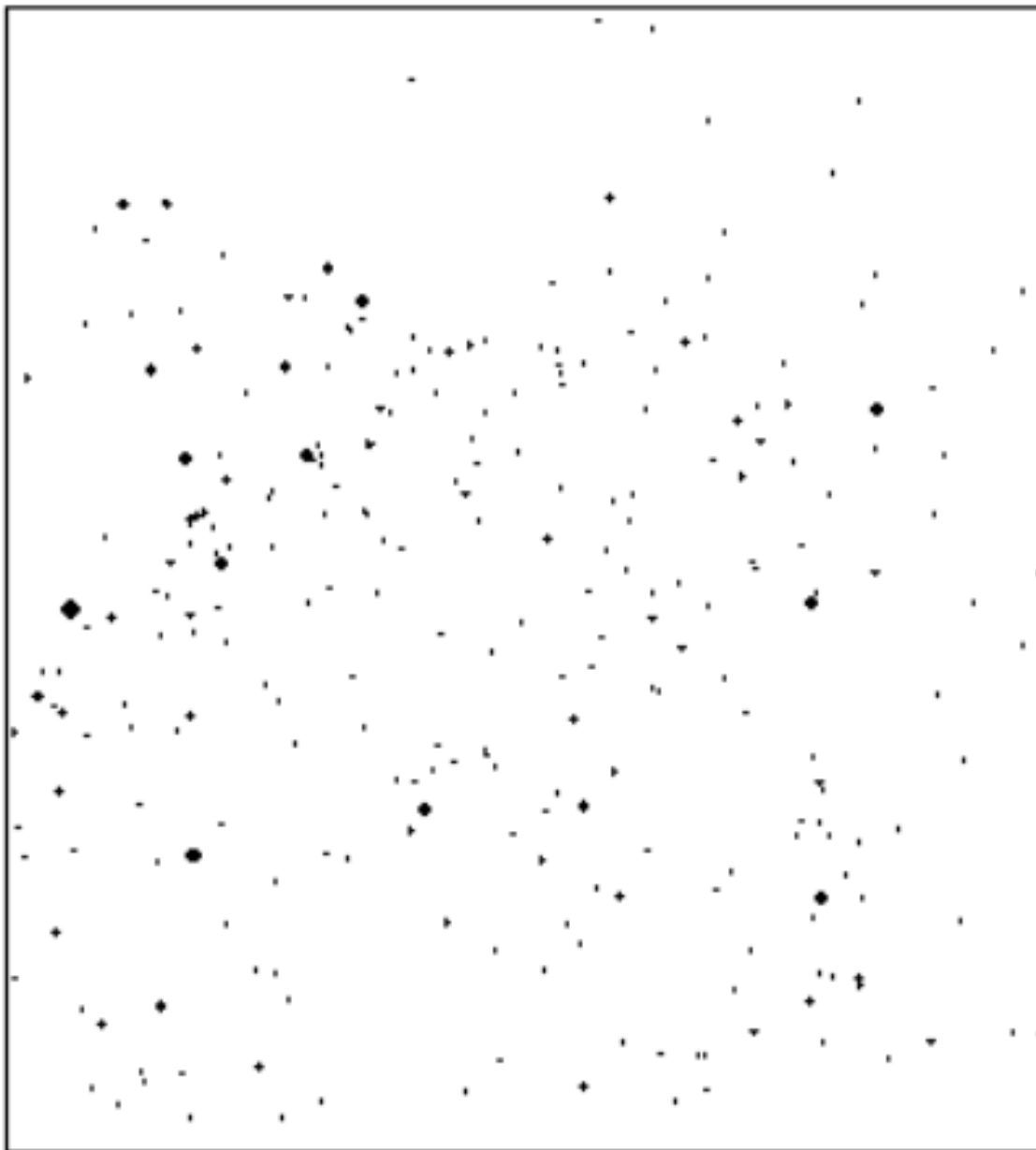
Укажите названия каталогов астрономических объектов по их аббревиатурам: NGC; M; IC; 3C; HD; HIP; BD; Abell; 2MASS; SDSS.

Решение:

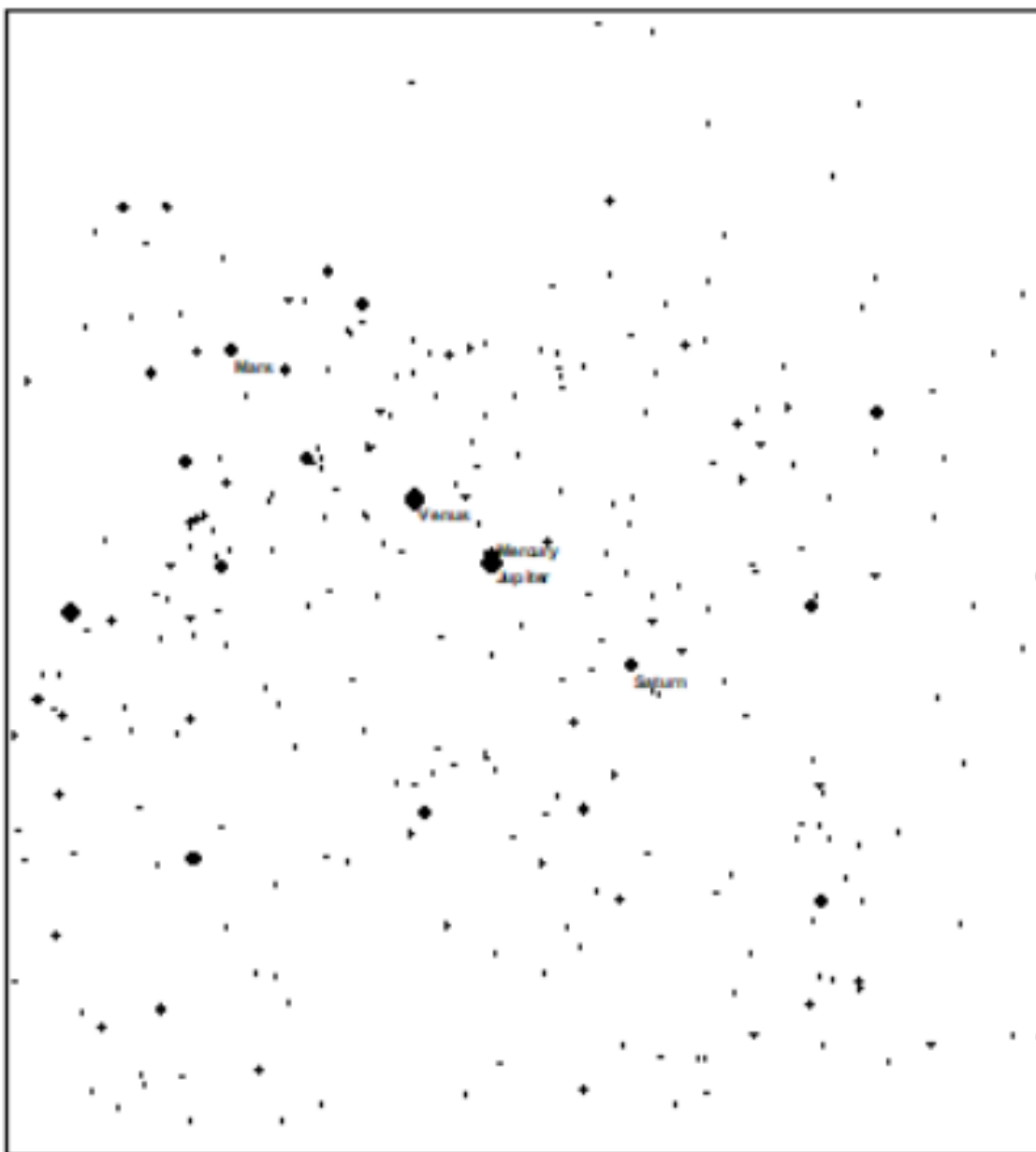
1. *NGC* – новый общий каталог туманностей и звездных скоплений (*NGC* – New General Catalogue);
2. *M* – каталог туманных объектов Шарля Мессье;
3. *IC* – индекс-каталог (The Index Catalogue), каталог галактик, туманностей и групп звезд; является дополнением к *NGC* ;
4. *3C* – Третий Кембриджский каталог радиоисточников;
5. *HD* – звездный каталог Генри Дрейпера (Henry Draper), содержащий спектроскопическую информацию о звездах;
6. *HIP* – звездный каталог HIPPARCOS (High Precision Parallax Collecting Satellite – высокоточный спутник для сбора параллаксов); содержит координаты, параллакс, собственные движения и звездные величины звезд;
7. *BD* – «Боннское обозрение», астрометрический каталог звезд;
8. Abell – каталог скоплений галактик Эйбелла;
9. 2MASS – обзор всего неба в инфракрасном (длина волны 2 микрона) диапазоне (Two Micron All-Sky Survey);
10. SDSS – Слоуновский цифровой обзор неба (Sloan Digital Sky Survey), содержащий многоспектральные изображения и спектры красного смещения звезд и галактик.

Задание 3. Планеты. (20 баллов)

В листе ответа к задаче 3 изображена карта звездного неба. Отметьте на ней точками и подпишите положение планет, видимых невооруженным глазом сегодня ночью. Ответ засчитывается, если отклонение не превышает 5 мм.



Решение:



Задание 4. Форма звезд. (20 баллов)

В таблице представлены физические характеристики некоторых звезд.

- а) Определите степень сжатия ε (в % с точностью до десятых долей) каждой звезды, пренебрегая ее дифференциальным вращением.
б) Укажите имя собственное каждой звезды.

Подсказка: сумма гравитационного потенциала $\varphi = -\frac{GM}{R}$ и центробежного потенциала $U = -0,5\omega^2 r^2$ есть величина постоянная для любой точки на поверхности звезды (R – радиус звезды, r – расстояние до оси вращения).

№	Байер (Флемстид)	Экваториальная скорость $\left(\frac{\text{км}}{\text{с}}\right)$	Масса (M_s)	R_s (R_s)
1	α Leo A	318	3,8	4,35
2	28 Tau	290	2,9	3,70
3	α Aql	286	1,9	2,03
4	α Ser	283	2,0	2,80
5	α Eri A	250	6,0	9,20
6	α Oph A	240	2,4	2,86
7	α Lyr	236	2,1	2,82
8	η UMa	200	6,1	3,40
9	β Cas	70	1,9	3,68
10	γ Ori	47	7,7	5,75

Решение:

Степень сжатия: $\varepsilon = \frac{R_s - R_{II}}{R_s}$, где: $R_{II} = \frac{GM}{\frac{GM}{R_s} + \frac{1}{2}\omega^2 R_s^2}$ (это из подсказки).

Для каждой звезды последовательно рассчитываем ω , R_{II} и ε , результаты расчетов заносим в таблицу.

№	Байер (Флемстид)	Имя собственное	Масса (M_s)	$v_s \left(\frac{\text{км}}{\text{с}}\right)$	R_s (R_s)	$\omega(\text{с}^{-1})$	$R_{II}(\text{км})$	$\varepsilon(\%)$
1	α Leo A	Регул	3,8	318	4,35	1,05E-04	2,33E+06	23,2
2	28 Tau	Плейона	2,9	290	3,7	1,13E-04	2,01E+06	21,9
3	α Aql	Альтаир	1,9	286	2,03	2,02E-04	1,15E+06	18,6
4	α Ser	Альдерамин	2	283	2,8	1,45E-04	1,51E+06	22,6
5	α Eri A	Ахернар	6	250	9,2	3,90E-05	5,12E+06	20,0
6	α Oph A	Рас Альхаг	2,4	240	2,86	1,21E-04	1,69E+06	15,2
7	α Lyr	Вега	2,1	236	2,82	1,20E-04	1,64E+06	16,3
8	η UMa	Бенетнаш	6,1	200	3,4	8,45E-05	2,24E+06	5,5
9	β Cas	Каф	1,9	70	3,68	2,73E-05	2,50E+06	2,4
10	γ Ori	Беллатрикс	7,7	47	5,75	1,17E-05	3,98E+06	0,4

Задание 5. Определение расстояния до скопления галактик. (20 баллов)

В таблице приведены значения расстояний до скопления галактик в созвездии Девы, которые определены различными методами.

№ п/п	Определение расстояний по:	Расстояние (Мпк)
1	Шаровым скоплениям	$18,8 \pm 3,8$
2	Соотношению Фабера-Джексона	$16,8 \pm 2,4$
3	Планетным туманностям	$15,2 \pm 1,1$
4	Новым звездам	$21,1 \pm 3,9$
5	Флуктуации поверхностной яркости	$15,9 \pm 0,9$
6	Сверхновым типа Ia	$19,4 \pm 5,0$
7	Соотношению Талли-Фишера	$15,8 \pm 1,5$
8	Цефеидам	$14,9 \pm 1,2$

Используя приведенные данные, определите, с учетом взвешенного коэффициента:

- Среднее значение расстояния до данного скопления.
- Ошибку (стандартное отклонение) всех измерений.
- Расстояние до скопления галактик.
- Используя полученные результаты, определите значение постоянной Хаббла, если красное смещение в спектре галактик скопления $z = 0,38\%$.

Решение:

- Среднее значение расстояния до скопления с учетом взвешенного коэффициента находим по формуле:

$$\langle d \rangle = \frac{\sum_{i=1}^9 \frac{d_i}{\sigma_i^2}}{\sum_{i=1}^9 \frac{1}{\sigma_i^2}} = 15,77 \text{ Мпк}.$$

- Ошибка (стандартное отклонение): $\sigma = \frac{1}{\sum_{i=1}^9 \frac{1}{\sigma_i^2}} = 0,53 \text{ Мпк}.$

- Расстояние до скопления галактик:

$$d = 15,77 \pm 0,53 \text{ Мпк}.$$

- Постоянная Хаббла:

$$\langle v \rangle = z \cdot c = 0,0038 \cdot 3 \cdot 10^5 = 1140 \frac{\text{км}}{\text{с}}, \quad \sigma_v = 1 \frac{\text{км}}{\text{с}}, \quad \langle H \rangle = \frac{\langle v \rangle}{\langle d \rangle} = 72,31 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Мпк}}$$

$$\sigma_H = \left(\frac{\sigma_v}{\langle v \rangle} + \frac{\sigma_d}{\langle d \rangle} \right) \langle H \rangle = \left(\frac{1}{1140} + \frac{0,53}{15,77} \right) \cdot 72,31 = 2,49 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Мпк}}$$

$$H = 72,31 \pm 2,49 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Мпк}}.$$

Ответ: а) $\langle d \rangle = 15,77 \text{ Мпк}$; б) $\sigma = 0,53 \text{ Мпк}$; в) $d = 15,77 \pm 0,53 \text{ Мпк}$;

г) $H = 72,31 \pm 2,49 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Мпк}}.$