

Вариант 2
Задания практического тура

Задание 1. Знаете ли Вы положение звезд на небесной сфере? (20 баллов)

В таблице приведены экваториальные координаты наиболее ярких ($m < 2,5$) звезд.
Напишите их обозначения по каталогу Байера и имена собственные.

1. $\alpha = 00^{\text{h}}08^{\text{m}}08^{\text{s}}$, $\delta = +29^{\circ}05'$.
2. $\alpha = 01^{\text{h}}38^{\text{m}}08^{\text{s}}$, $\delta = -57^{\circ}14'$.
3. $\alpha = 02^{\text{h}}07^{\text{m}}08^{\text{s}}$, $\delta = +23^{\circ}28'$.
4. $\alpha = 02^{\text{h}}32^{\text{m}}08^{\text{s}}$, $\delta = +89^{\circ}16'$.
5. $\alpha = 03^{\text{h}}24^{\text{m}}08^{\text{s}}$, $\delta = +49^{\circ}52'$.
6. $\alpha = 04^{\text{h}}36^{\text{m}}08^{\text{s}}$, $\delta = +16^{\circ}31'$.
7. $\alpha = 05^{\text{h}}15^{\text{m}}08^{\text{s}}$, $\delta = -8^{\circ}12'$.
8. $\alpha = 05^{\text{h}}17^{\text{m}}08^{\text{s}}$, $\delta = +46^{\circ}00'$.
9. $\alpha = 05^{\text{h}}25^{\text{m}}08^{\text{s}}$, $\delta = +6^{\circ}21'$.
10. $\alpha = 05^{\text{h}}55^{\text{m}}08^{\text{s}}$, $\delta = +7^{\circ}24'$.

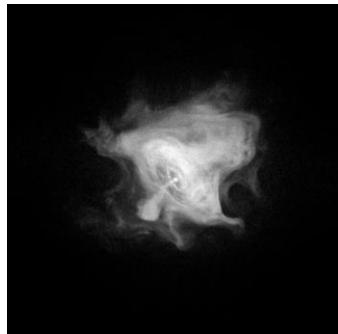
Например: $\alpha = 06^{\text{h}}45^{\text{m}}08^{\text{s}}$, $\delta = -16^{\circ}43'$ – α Большого Пса, Сириус.

Решение:

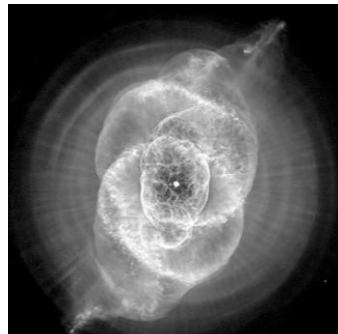
1. $\alpha = 00^{\text{h}}08^{\text{m}}08^{\text{s}}$, $\delta = +29^{\circ}05'$ – α Андromелы, Альферац.
2. $\alpha = 01^{\text{h}}38^{\text{m}}08^{\text{s}}$, $\delta = -57^{\circ}14'$ – α Эридана, Ахернар
3. $\alpha = 02^{\text{h}}07^{\text{m}}08^{\text{s}}$, $\delta = +23^{\circ}28'$ – α Овна, Гамаль
4. $\alpha = 02^{\text{h}}32^{\text{m}}08^{\text{s}}$, $\delta = +89^{\circ}16'$ – α Малой Медведицы, Полярная.
5. $\alpha = 03^{\text{h}}24^{\text{m}}08^{\text{s}}$, $\delta = +49^{\circ}52'$ – α Персея, Мирфак.
6. $\alpha = 04^{\text{h}}36^{\text{m}}08^{\text{s}}$, $\delta = +16^{\circ}31'$ – α Тельца, Альдебаран.
7. $\alpha = 05^{\text{h}}15^{\text{m}}08^{\text{s}}$, $\delta = -8^{\circ}12'$ – β Ориона, Ригель.
8. $\alpha = 05^{\text{h}}17^{\text{m}}08^{\text{s}}$, $\delta = +46^{\circ}00'$ – α Возничего, Капелла.
9. $\alpha = 05^{\text{h}}25^{\text{m}}08^{\text{s}}$, $\delta = +6^{\circ}21'$ – γ Ориона, Беллатрикс.
10. $\alpha = 05^{\text{h}}55^{\text{m}}08^{\text{s}}$, $\delta = +7^{\circ}24'$ – α Ориона, Бетельгейзе.

Задание 2. Космические объекты. (20 баллов)

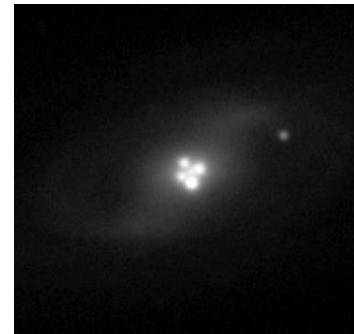
Укажите названия и тип объектов, показанных на фотографиях.



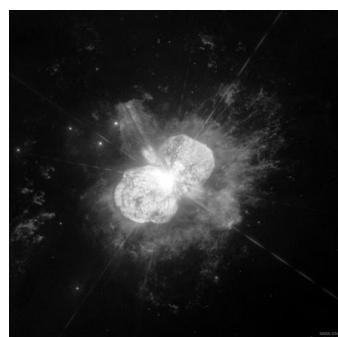
Фотография 1



Фотография 2



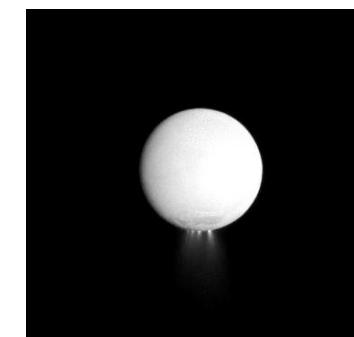
Фотография 3



Фотография 4



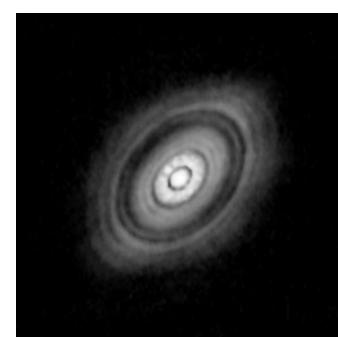
Фотография 5



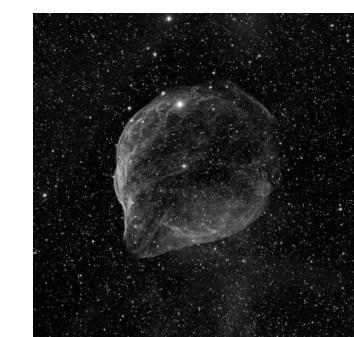
Фотография 6



Фотография 7



Фотография 8



Фотография 9



Фотография 10

Решение:

Фотография 1: NGC 1952 (M 1), «Крабовидная туманность» в рентгеновских лучах (остаток сверхновой звезды).

Фотография 2: NGC 6543, туманность «Кошачий глаз» (планетарная туманность).

Фотография 3: «Крест Эйнштейна» (гравитационно-линзированное изображение квазара QSO 2237+0305 с галактикой-линзой ZW 2237+030).

Фотография 4: Звезда η Киля и её биполярная туманность «Гомункул».

Фотография 5: Объект Хербига-Аро HH901 с джетами.

Фотография 6: Спутник Сатурна Энцелад с выбросами из подповерхностного жидкого океана.

Фотография 7: Остаток сверхновой SN1987A в Большом Магеллановом Облаке.

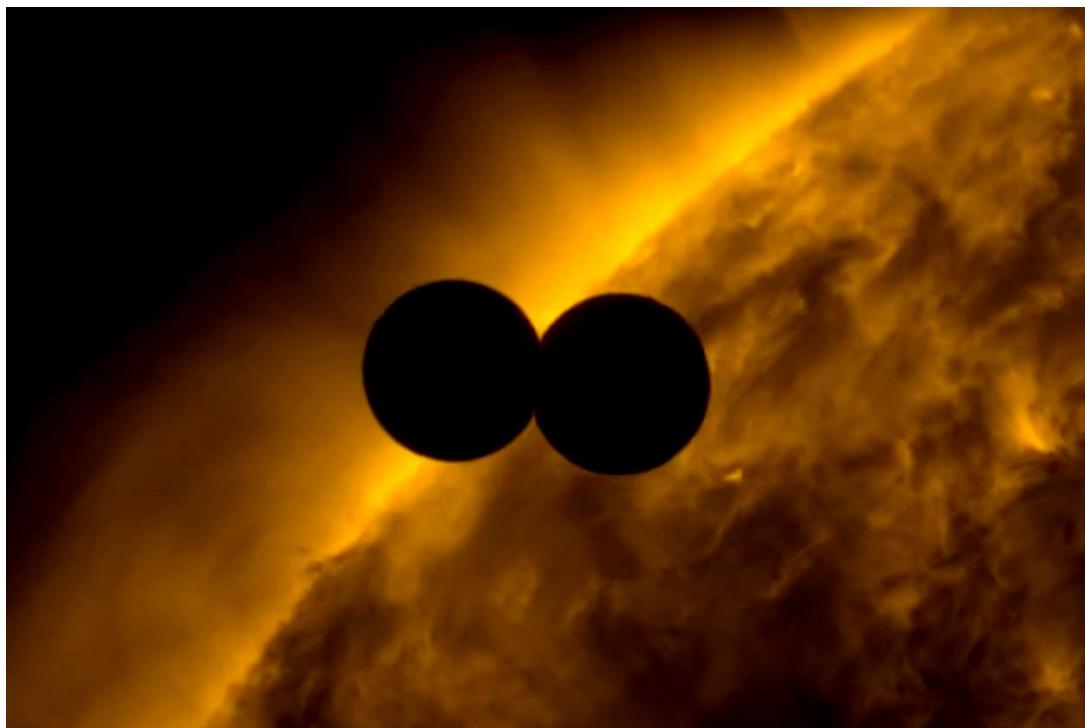
Фотография 8: Протопланетарный диск звезды HL Тельца.

Фотография 9: Звездный пузырь Sh2-308 (RCW 11), окружающий звезду EZ Большого Пса.

Фотография 10: Взаимодействующие галактики Антенны NGC 4038 / NGC 4039.

Задание 3. Прохождение Венеры по диску Солнца. (20 баллов)

6 июня 2012 года состоялось прохождение (транзит) Венеры по диску Солнца. Космическая Обсерватория солнечной динамики (SDO) «наблюдала» за этим событием в течение всего времени. На фотографии ниже представлены 2 наложенных друг на друга снимка, полученные SDO в различные моменты времени (движение Венеры осуществляется слева направо).



- а) С использованием предложенной фотографии оцените промежуток времени Δt_{1-2} между первым внешним и первым внутренним контактами диска Венеры с солнечным диском.
- б) Вычислите фазовый угол φ Венеры в момент первого внешнего контакта с точностью до сотых углового градуса.
- в) Вычислите, во сколько раз продолжительность наблюдавшегося 6 июня 2012 года прохождения Венеры по диску Солнца меньше, чем максимально возможная продолжительность такого прохождения.
- г) Определите, на сколько единиц изменится видимая звездная величина Солнца в тот момент, когда Венера будет находиться в первом положении, показанном на фотографии.

Решение:

а) Время между первыми внешним и внутренним контактами:

$$\Delta t_{1-2} = \frac{\frac{2r}{\sin \theta}}{\frac{v - v_0}{d}} = 0,8 \text{ ч.}$$

б) Фазовый угол Венеры:

$$\frac{a_0}{\sin \varphi} = \frac{a}{\sin(r_c + r)} \Rightarrow \varphi = 179,62^\circ.$$

в) Отношение времени прохождения Венеры по диску Солнца к максимальному:

$$\frac{\Delta t}{\Delta t_0} = \sin \theta = 0,8.$$

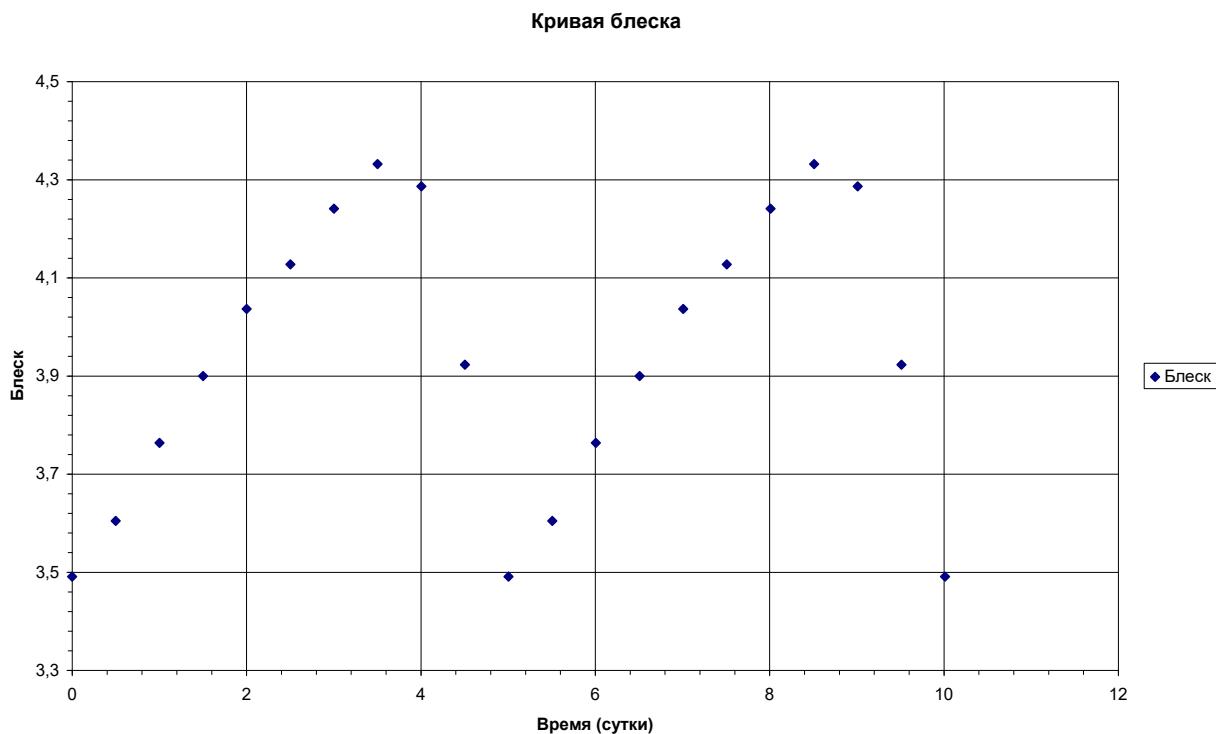
г) Изменение видимой величины Солнца вследствие экранирования:

$$\Delta m = -2,5 \cdot \lg \frac{S_0 - S_T}{S_0} = 2,64 \cdot 10^{-4} \text{ mag}$$

Ответ: а) 0,8 ч; б) $179,62^\circ$; в) 0,8; г) $-2,64 \cdot 10^{-4} \text{ mag}$.

Задание 4. Классическая цефеида. (20 баллов)

На рисунке представлена кривая блеска δ Цефея.



Определите:

- а) Период ее пульсации.
- б) Абсолютную звездную величину δ Цефея.
- в) Среднее значение видимой звездной величины.
- г) Расстояние до цефеиды в парсеках.

Подсказка: усреднение проведите по потоку.

Решение:

Результаты оцифровки графика заносим в таблицу:

№ п/п	Время	Блеск	Освещенность	№ п/п	Время	Блеск	Освещенность
1	0,00	3,49	24,909	11	5,38	3,49	24,909
2	0,54	3,60	27,658	12	5,91	3,60	27,658
3	1,08	3,76	32,022	13	6,45	3,76	32,022
4	1,61	3,90	36,308	14	6,99	3,90	36,308
5	2,15	4,04	41,167	15	7,53	4,04	41,167
6	2,69	4,13	44,762	16	8,06	4,13	44,762
7	3,23	4,24	49,701	17	8,60	4,24	49,701
8	3,76	4,33	54,041	18	9,14	4,33	54,041
9	4,30	4,29	51,826	19	9,68	4,29	51,826
10	4,84	3,92	37,076	20	10,21	3,92	37,076
11	5,38	3,49	24,909	21	10,75	3,49	24,909

а) Период пульсации $P = 5,38 \text{ суток}$

б) Абсолютная звездная величина: $M = -2,81 \cdot \lg P - 1,43 = -3,48$.

в) Среднее значение видимой звездной величины: $m_{CP} = 2,5 \cdot \lg \frac{\sum\limits_{i=1}^{21} 10^{0,4m_i}}{21} = 3,95$.

г) Расстояние до δ Цефея: $\lg r = 0,2(m_{CP} - M) - 1 = 2,49 \Rightarrow r = 311 \text{ нк.}$

Ответ: а) $P = 5,38 \text{ суток}$; б) $M = -3,48$; в) $m_{CP} = 3,95$; г) $r = 311 \text{ нк.}$

Задание 5. Движение звезды относительно небесной сферы. (20 баллов)

На протяжении нескольких лет проводились измерения эклиптических (λ, β) координат некоторой звезды ($\alpha = 5^{\text{h}}13^{\text{m}}49^{\text{s}}$, $\delta = 33^\circ 52' 55''$ для $MJD = 57892$). Результаты этих измерений представлены в таблице 2 в виде отклонений эклиптических координат звезды от начальных.

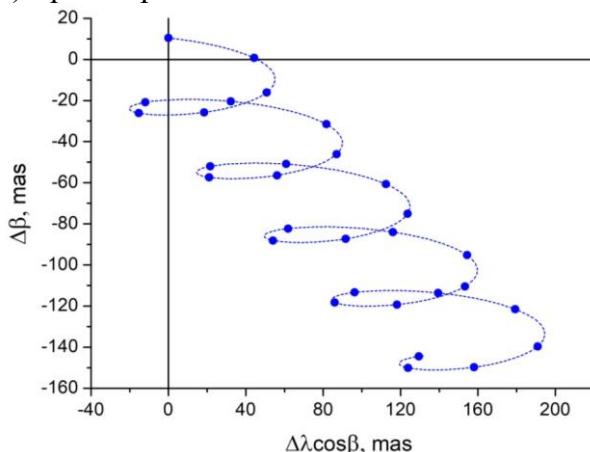
Таблица 2

№ п/п	<i>MJD</i>	$\Delta\lambda(\text{mas})$	$\Delta\beta(\text{mas})$	№ п/п	<i>MJD</i>	$\Delta\lambda(\text{mas})$	$\Delta\beta(\text{mas})$
1	57892	0,0	10,4	16	58798	110,5	-87,3
2	57950	53,4	0,7	17	58862	65,2	-88,1
3	58016	61,2	-16,1	18	58932	74,6	-82,3
4	58073	22,3	-25,8	19	59000	139,8	-84,0
5	58131	-18,4	-26,1	20	59057	185,9	-95,2
6	58194	-14,4	-20,8	21	59117	184,6	-110,5
7	58254	38,8	-20,4	22	59175	142,4	-119,3
8	58320	98,4	-31,5	23	59238	103,5	-118,3
9	58377	104,7	-46,1	24	59296	115,9	-113,3
10	58434	67,6	-56,4	25	59352	168,0	-113,6
11	58492	25,4	-57,4	26	59402	215,9	-121,5
12	58556	26,0	-52,0	27	59474	230,0	-139,6
13	58612	73,3	-50,9	28	59533	190,3	-149,8
14	58677	135,4	-60,6	29	59592	149,2	-150,1
15	58734	148,9	-75,1	30	59658	156,0	-144,5

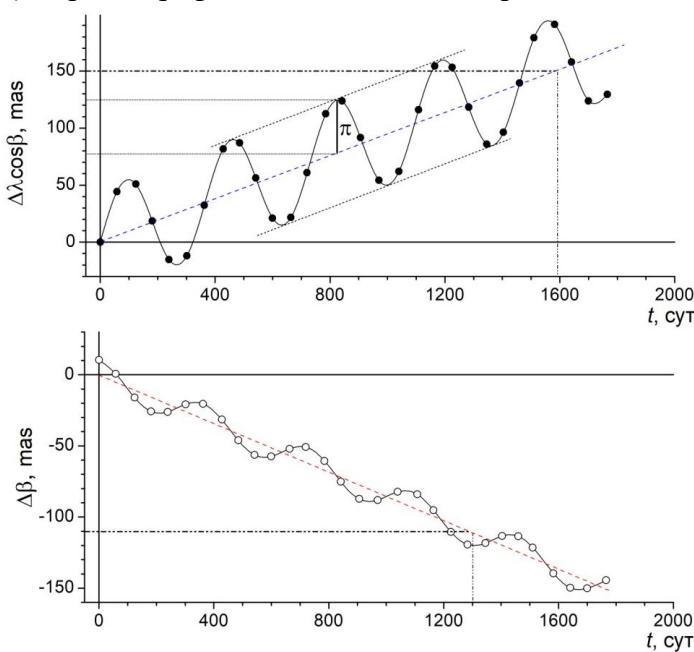
- а) Постройте траекторию движения звезды на участке небесной сферы, выбрав подходящий масштаб. Объясните вид построенной траектории.
- б) Определите собственное движение звезды.
- в) Вычислите расстояние до звезды.
- г) Вычислите эксцентриситет параллактического эллипса этой звезды.

Решение:

а) Траектория движения звезды по небесной сфере:



б) Строим графики зависимости от времени $\Delta\lambda \cos \beta$ и $\cos \beta$ от времени:



$$\mu_\lambda \cos \beta = 0,0342 \frac{\text{''}}{\text{сод}} \Rightarrow \mu = 0,046 \frac{\text{''}}{\text{сод}}.$$

$$\mu_\beta = 0,0309 \frac{\text{''}}{\text{сод}}$$

в) Параллакс указан на верхнем графике:
 $\pi'' = 0,048''$.

$$r = \frac{1}{\pi''} = 20,83 \text{ нк}.$$

г) Эксцентриситет параллактического эллипса:

$$e = \sqrt{1 - \left(\frac{\pi'' \sin \beta}{\pi''} \right)} = 0,98.$$

Ответ: а) смотрите первый рисунок;

б) $\mu = 0,046 \frac{\text{''}}{\text{сод}}$; в) $r = 20,83 \text{ нк}$; г) $e = 0,98$.