



### Задачи практического тура

6. **NGC 1325.** В задаче 4 теоретического тура Вы познакомились со спиральной галактикой NGC 1325. Оценки её характеристик дали наклонение плоскости галактики около  $70^\circ$ , угловой диаметр примерно  $6,5'$ , физический диаметр – примерно 43 кПк. Эту галактику наблюдали на GMRT (Индия) в мае 2001 года с целью изучения кривой вращения на длине волны водорода 21 см. Нижний рисунок показывает распределение **радиальных скоростей вращения**, контурное изображение которых наложено на оптический снимок (сделанный не на GMRT).

Центр этой галактики от нас удаляется. Поскольку галактика вращается, один её край удаляется быстрее, другой – медленнее. На нижнем рисунке белые контурные линии показывают скорости меньшие, а тёмные – большие, чем средняя скорость удаления. Линии нанесены через каждые 10 км/с изменения в скорости в плоскости галактики (то есть, эффекты, связанные с наклоном галактики, уже учтены).

- 6.1. Нарисуйте кривую вращения галактики (то есть, зависимость скорости вращения от расстояния до центра в угловых секундах).
- 6.2. Из полученной кривой вращения оцените общую массу галактики (в массах Солнца  $M_S$ ), предполагая, что вращение круговое.

7. **Антенны GMRT.** Приведена таблица с координатами антенн GMRT относительно центральной антенны A14. Широта и долгота A14 –  $\varphi = 19^\circ 05' 36''$ ,  $\lambda = 74^\circ 03' 01''$ .

- 7.1. Нарисуйте карту системы антенн GMRT. На карте нужно отметить центральный квадрат (район  $1 \text{ км} \times 1 \text{ км}$ , который Вы видели во время посещения GMRT), антенну в начале координат и все антенны, **расположенные** вне центрального квадрата. Запишите номера антенн около их положений на миллиметровке. **Не нужно отмечать антенны, которые находятся внутри центрального квадрата.**

Параллельные пучки радиоволн от отдалённых источников регистрируются GMRT. Есть разница во времени прихода сигнала на разные антенны, которая зависит от направления на источник. Пусть **A1, A10, A14 и A30** ~~четыре антенны (см. таблицу)~~ регистрируют Солнце ровно в полдень 23 сентября.

- 7.2. Вычислите разницу во времени прихода сигнала на антенну A1 и на самую дальнюю от A1 антенну, считая поверхность Земли плоской.

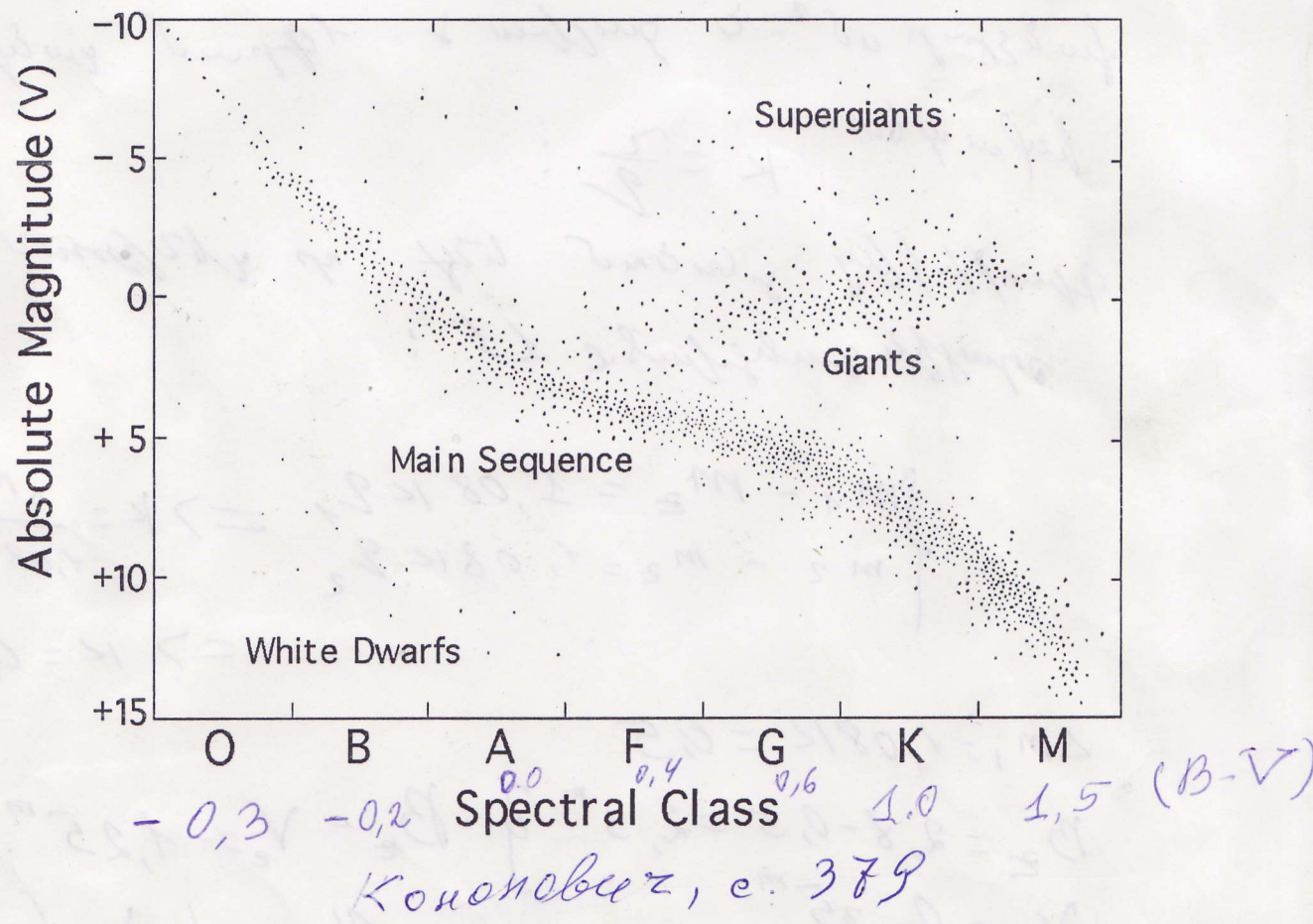
- 7.3. ~~Теперь учтём, что Земли неплоская. Вычислите дополнительный член в этой задержке, возникающий из-за кривизны земной поверхности.~~



Practical round. Pictures. Table  
Практический тур. Рисунки. Таблицы

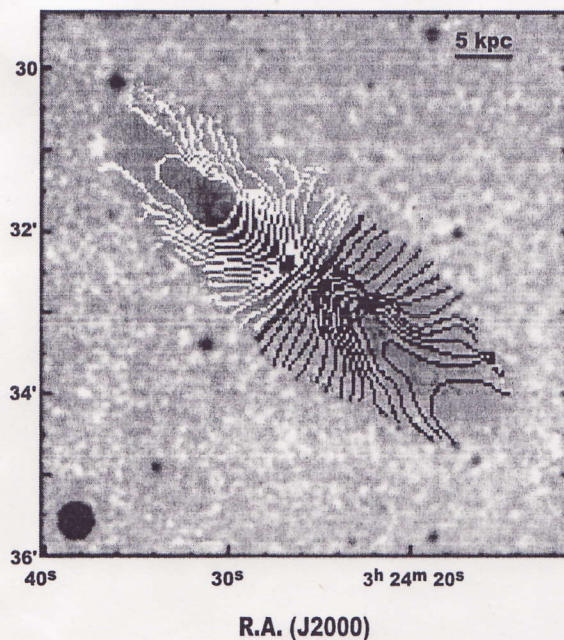
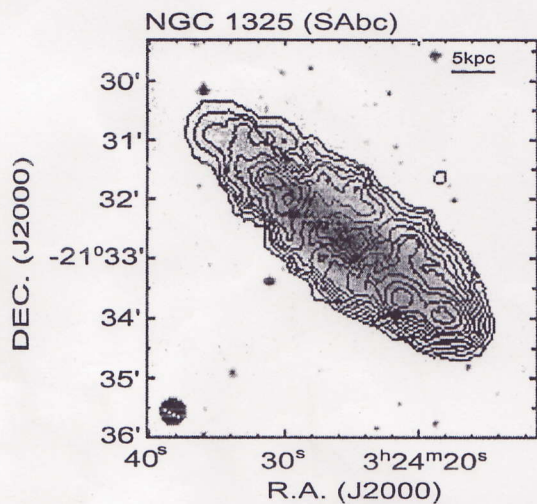
- 6. Monitoring of a star.
- 6. Наблюдения звезды.

Zenith Angle (deg)	Air-mass	B magnitude	V magnitude	R magnitude
Зенитное расстояние (°)	Воздушная масса	Зв. величина B	Зв. величина V	Зв. величина R
15	1.035	2.80	0.85	-1.00
30	1.154	2.85	0.85	-1.00
45	1.412	3.00	0.95	-0.90
60	1.991	3.20	1.10	-0.85
69	2.762	3.50	1.30	-0.75
75	3.785	3.90	1.55	-0.55
81	6.053	4.90	2.15	-0.25



Practical round. Pictures. Table  
Практический тур. Рисунки. Таблица

6. NGC 1325.



7. Antennae GMRT.  
7. Антенны GMRT.

	x	y	z
Number of Antenna	(to the East) (m)	(to the North) (m)	(to zenith) (m)
Номер антенны	(на восток) (м)	(на север) (м)	(в зенит) (м)
A01	-11245.6	9405.97	-802.858
A02	-8103.19	8241.44	-711.116
A03	-7039.01	5340.29	-411.950
A04	12073.2	4791.68	-389.911
A05	10199.8	3529.75	-324.311
A06	7780.52	3071.49	-266.059
A07	-5199.93	3054.46	-242.446
A08	4575.99	2047.70	-203.543
A09	-3099.40	1496.91	-90.1932
A10	2814.54	1012.49	-73.9663
A11	-1591.91	625.657	-15.1934
A12	-565.940	132.944	-9.99081
A13	-372.720	142.908	-7.13641
A14	0.00000	0.00000	0.00000
A15	67.8200	-257.968	22.0312
A16	-31.4400	-230.489	24.4676
A17	326.430	-39.7862	32.7314
A18	687.870	-18.0767	37.1877
A19	280.670	-419.343	38.2252
A20	41.9400	-156.320	40.3858
A21	-164.860	-615.653	51.1638
A22	174.850	-666.922	53.1313
A23	-603.940	-333.732	56.0502
A24	-474.670	-658.490	70.3163
A25	-639.500	-1171.08	119.326
A26	633.920	-2948.73	258.251
A27	-367.080	-4503.71	371.735
A28	333.120	-6742.06	581.014
A29	947.470	-9458.39	782.898
A30	-369.050	-14097.4	1202.39

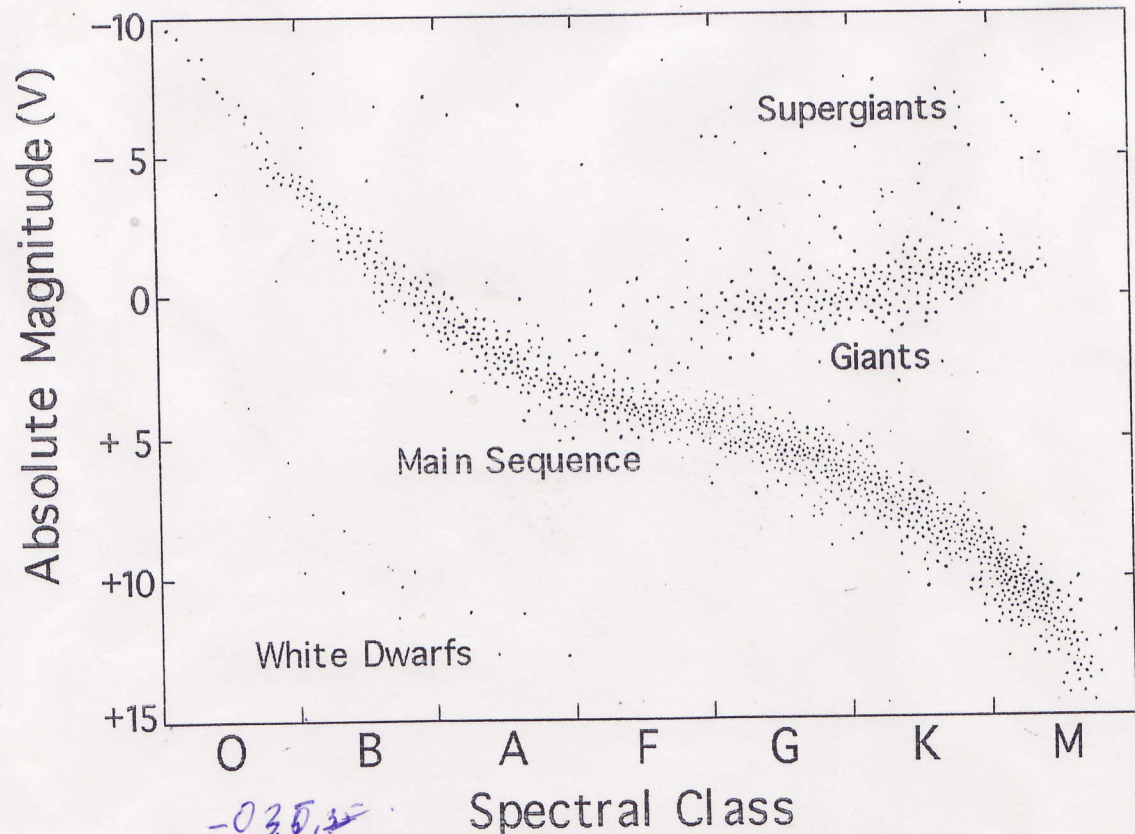


язык	<u>English</u>
language	
язык	<u>Русский</u>
language	

Practical round. Pictures. Table  
Практический тур. Рисунки. Таблицы

6. Monitoring of a star.  
6. Наблюдения звезды.

Zenith Angle (deg)	Air-mass	B magnitude	V magnitude	R magnitude
Зенитное расстояние (°)	Воздушная масса	Зв. величина B	Зв. величина V	Зв. величина R
15	1.035	2.80	0.85	-1.00
30	1.154	2.85	0.85	-1.00
45	1.412	3.00	0.95	-0.90
60	1.991	3.20	1.10	-0.85
69	2.762	3.50	1.30	-0.75
75	3.785	3.90	1.55	-0.55
81	6.053	4.90	2.15	-0.25



$-0,35, 1,2$   
 $-0,2 \quad 0,0 \quad 0,4 \quad 0,6 \quad 1,0 \quad 1,5 \quad (B-V)$



**XI Международная астрономическая олимпиада**

язык	<b><u>Русский</u></b>
language	

**Задачи практического тура**

**Страница 1**

6. **Наблюдения звезды.** В течение ночи в Бомбее с помощью 14-дюймового телескопа наблюдалась яркая звезда в трёх диапазонах волн (B, V и R). Примем, что для наблюдаемой звезды диапазоны B, V и R соответствуют эффективным длинам волн 450 нм, 550 нм и 700 нм. В течение ночи звезда наблюдалась на различных зенитных расстояниях, свет от неё преодолел различную толщину атмосферы Земли. Следовательно, поглощение в атмосфере минимально, когда звезда находится ближе к зениту, и максимально, когда звезда восходит или заходит. В таблице даны результаты наблюдений. Во втором столбце – значение воздушной массы, нормированное на величину для нулевого зенитного расстояния. Точность звёздных величин составляет  $0,05^m$ .
- 6.1. Постройте соответствующий график и найдите звёздные величины звезды в трёх диапазонах волн в отсутствие земной атмосферы.
- 6.2. Спутник Гиппаркос дал значение параллакса этой звезды  $0,0076''$ . Нанесите положение звезды на диаграмму Гершпрунга-Рассела, данной отдельно.
- 6.3. Показатель цвета связан с температурой звезды. Эмпирическая формула (для той области диаграммы, где находится данная звезда):  
 $B-V = -3.68 \log(T) + 14,55$  (где T – абсолютная температура).  
Оцените температуру звезды. *или например (д.ч.ма.)*
- 6.4. Какая из четырёх наиболее ярких звёзд в созвездии Ориона наиболее похожа на данную звезду? Напишите латинское название звезды (нужно написать латинскими буквами, ~~неправильное~~ написание не будет наказываться, главное, чтобы было понятно, о какой звезде идёт речь).
- 6.5. Предположим, что в Бомбее поглощение пропорционально  $\lambda^{-\alpha}$  (где  $\lambda$  – длина волны). Найдите параметр  $\alpha$ .
7. **Двойной радиопульсар.** Радиопульсар – это быстровращающаяся нейтронная звезда, «светящая» радиолучами из магнитных полюсов. Эти радиолучи наблюдаются на Земле как серия импульсов через промежутки времени  $P_t$ . Если пульсар – компонент двойной системы,  $P_t$  отличается от истинного периода ( $P_0$ ) пульсара. Пульсар 0514-40 изучался на GMRT (Индия) в 2004 году. истинный период этого пульсара  $P_0 = 4.990575$  мс.  
В таблице представлены значения  $P_t$  как функция времени в единицах орбитального периода системы  $t/T$  ( $T = 18.35$  суток). Будем считать, что наблюдатель находится в плоскости орбиты пульсара.
- 7.1. Постройте график по этим данным (выберите соответствующий масштаб).
- 7.2. Если бы орбита была круговой, форма кривой была бы иной, нежели та, которую Вы только что построили. Нарисуйте схематически эту кривую для круговой орбиты.  
Вам дан чертёж эллиптической орбиты с эксцентриситетом 0,866 (для пульсара 0514-40, эксцентриситет орбиты очень близок к этой величине). Стрелка означает, что пульсар движется по эллипсу с фокусом O против часовой стрелки. AP – большая ось орбиты эллипса, BD перпендикулярно AP.



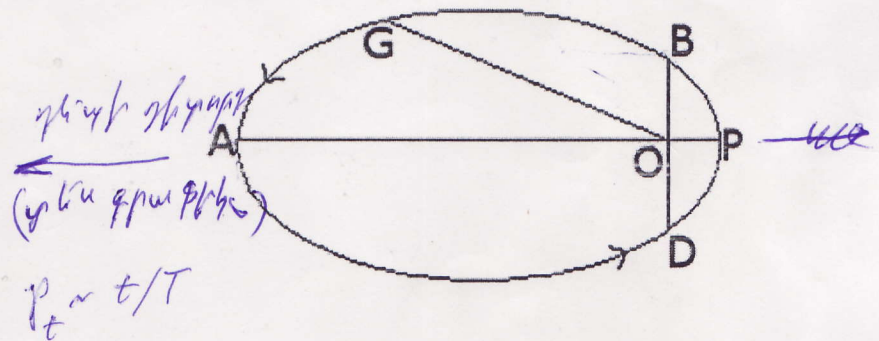
**Задачи практического тура**

**Страница 2**

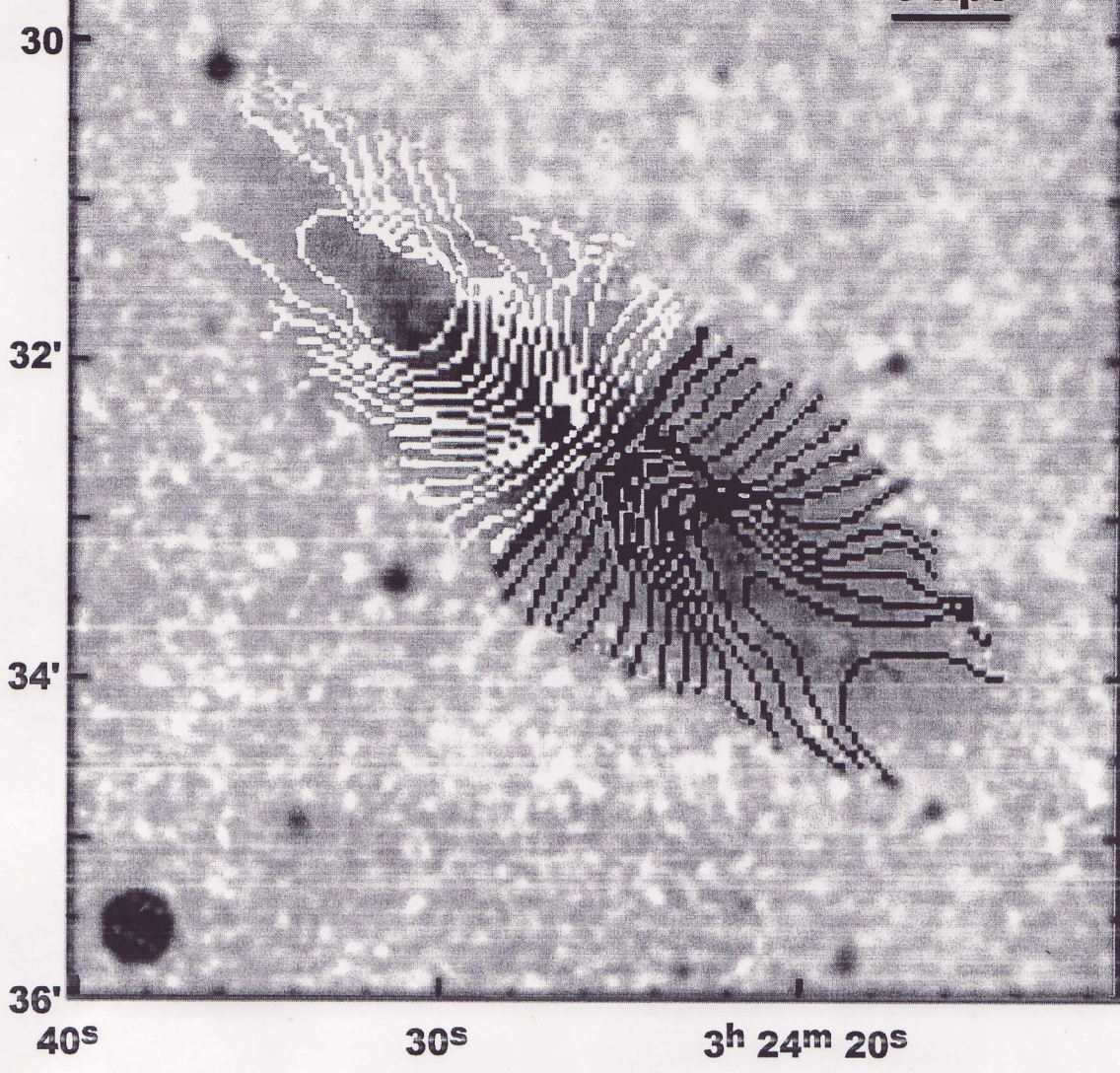
- 7.3. Примем  $u_A$  в точке A за единицу скорости. Вычислите поперечную составляющую скорости в точках B, P и D (поперечная составляющая скорости  $u_G$  пульсара в некоторой точке G — это величина скорости, перпендикулярная OG).
- 7.4. На данном Вам чертеже проведена касательная к эллипсу в точке B. Используя чертёж орбиты или иным способом, определите полную скорость в точках B, P и D ( $v_B$ ,  $v_P$  и  $v_D$  соответственно) в этих же единицах скорости.
- 7.5. По форме зависимости  $P_t$  от  $t/T$ , определите, где находится наблюдатель: ближе к большой оси, или ближе к малой и с какой стороны. Ответ должен представлять собой схематический чертёж: эллипс и направление на наблюдателя (должно быть понятно без знаний любого языка).
- 7.6. Примем, что компонента скорости, параллельная большой оси, максимальна в точках B and D. Отметьте точки A, B, P и D на графике, который Вы построили.
- 7.7. Схематически начертите на том же графике форму зависимости  $P_t$  от  $t/T$  для случая, когда наблюдатель находится на оси, перпендикулярной той, что в 7.5.
- 7.8. Используя чертёж эллиптической орбиты, оцените, какую часть от общего периода обращения занимает прохождение участка. Оцените эту же часть используя построенный Вами график.
- 7.9. Проведите линию  $P_t = P_0$  на построенном Вами графике. Измерьте площади под (над) начерченной Вами кривой на частях, которые выше или ниже этой линии, и используйте эти данные для оценки большой оси орбиты в световых секундах.

Таблица с данными:

(t / T)	$P_t$ (мс)
0.136661	4.990905
0.211722	4.991053
0.268267	4.991236
0.343782	4.991742
0.373530	4.992284
0.376936	4.992207
0.384599	4.990415
0.386994	4.989791
0.406418	4.989308
0.410888	4.989361
0.415199	4.989412
0.452397	4.989698
0.465116	4.989770
0.503379	4.989925
0.671385	4.990276
0.774999	4.990418
0.986004	4.990680



**Примечание:** Используйте эллиптическую орбиту, нарисованную на миллиметровке. Здесь она изображена схематически.



**R.A. (J2000)**

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

