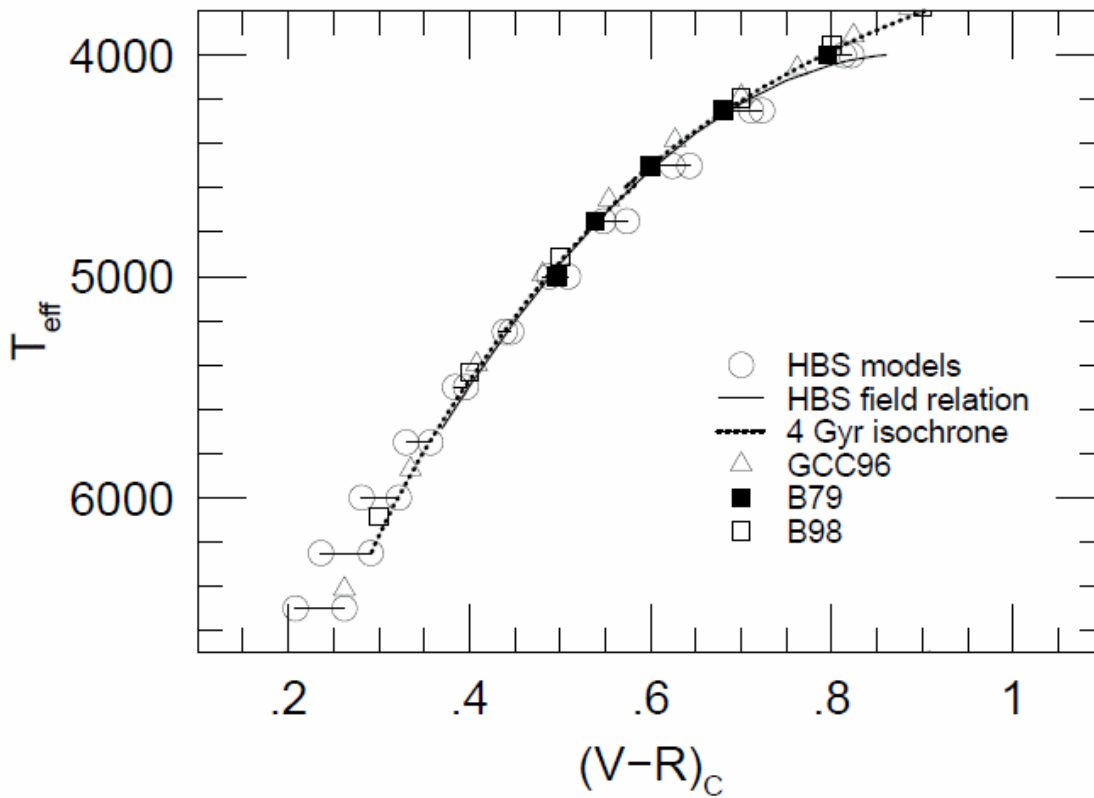


## Data Analysis Problem

### Задача 1

В Таблицах 1-3 представлены данные по фотометрии и измерению лучевых скоростей для Цефеиды HV2257 (источник- Gieren , MNRAS vol 265, 1993). Период пульсаций звезды составляет  $P = 39.294$  дней. В Графике 1 (Houdashelt *et al.*, 2000) и Таблице 4 (<http://xoomer.virgilio.it/hrtrace/Straizys.htm>) представлена зависимость температура-цвет и таблица болометрических поправок. Солнечная светимость равна  $L_{\odot} = 3.96 \times 10^{26} \text{ Дж} \cdot \text{с}^{-1}$ , абсолютная болометрическая звёздная величина  $M_{\odot \text{bol}} = 4.72$ . При решении нельзя использовать соотношение период-светимость.

- Постройте кривую блеска на основе Таблицы 1, лишь для промежутка фазы от 0.6 до 1.
- Постройте график для показателя цвета на основе Таблицы 2, лишь для промежутка фазы от 0.6 до 1.
- Постройте кривую лучевых скоростей на основе Таблицы 3, лишь для промежутка фазы от 0.6 до 1.
- Определите среднюю лучевую скорость звезды.
- На основе представленных данных о звезде, а также информации в Таблице 4 и Графике 1, вычислите расстояние до пульсирующей звезды. Наличием поглощения пренебречь.



**График 1** Зависимость показателя цвета  $V-R$  и температуры. Разные кривые соответствуют результатам разных авторов.



Таблица 1

Фаза	V зв.вел.
0.11	12.81
0.13	12.84
0.14	12.87
0.16	12.88
0.19	12.90
0.19	12.94
0.24	12.99
0.43	13.32
0.46	13.31
0.46	13.32
0.51	13.36
0.54	13.41
0.54	13.45
0.56	13.46
0.59	13.53
0.59	13.52
0.61	13.55
0.64	13.60
0.64	13.62
0.72	13.68
0.74	13.61
0.77	13.45
0.79	13.18
0.80	13.12
0.80	13.07
0.82	12.80
0.82	12.78
0.82	12.73
0.84	12.57
0.85	12.54
0.85	12.53
0.87	12.48
0.87	12.47
0.89	12.49
0.90	12.51
0.92	12.51

Таблица 2

Фаза	V – R
0.22	0.71
0.24	0.73
0.25	0.74
0.27	0.75
0.29	0.75
0.29	0.75
0.34	0.77
0.51	0.87
0.53	0.85
0.53	0.87
0.57	0.85
0.60	0.87
0.60	0.88
0.62	0.87
0.64	0.90
0.64	0.90
0.66	0.88
0.68	0.91
0.69	0.90
0.76	0.88
0.78	0.82
0.80	0.79
0.82	0.70
0.82	0.70
0.82	0.68
0.84	0.60
0.84	0.59
0.84	0.58
0.86	0.53
0.86	0.51
0.87	0.52
0.88	0.51
0.89	0.51
0.90	0.55
0.91	0.53
0.93	0.56

Таблица 3

Фаза	Лучевая ск. (км/с)
0.03	232
0.05	234
0.08	234
0.08	237
0.13	242
0.13	246
0.18	243
0.20	249
0.23	250
0.28	254
0.33	259
0.35	261
0.36	260
0.38	266
0.40	265
0.44	266
0.46	272
0.46	265
0.49	270
0.51	270
0.54	272
0.54	273
0.56	274
0.59	274
0.61	273
0.62	274
0.64	274
0.67	276
0.67	274
0.69	274
0.71	274
0.72	276
0.74	278
0.77	271
0.77	264
0.79	253
0.80	259
0.82	242
0.85	230
0.87	228
0.90	224
0.92	224
0.92	225
0.95	228
0.96	228

Таблица 4. Болометрическая поправка

$T_{\text{eff}}$ , K	BC, зв. вел.
9600	-0.25
9400	-0.16
9150	-0.10
8900	-0.03
8400	0.05
8000	0.09
7300	0.13
7100	0.11
6500	0.08
6150	0.03
5950	0.00
5800	-0.05
5500	-0.13
5250	-0.22
5050	-0.29
4950	-0.35
4850	-0.42
4700	-0.57
4600	-0.75
4400	-1.17
3900	-1.25
3750	-1.40
3550	-1.60
3400	-2.00

## Задача 2

BVRIJHKLMN-фотометрия двух звёзд из созвездия Кассиопея представлена в Таблице 5. Для обеих звёзд предполагается, что поглощение происходит лишь в межзвёздной среде, а наблюдения произведены за пределами атмосферы.

- а) Используя данные Таблиц 5–9, для обеих звёзд постройте график зависимости  $E_{X-V}/E_{B-V}$  как функции  $1/\lambda_X$  для фильтров В, V, R, I, J, H, K, L, M, N. На глаз выполните аппроксимацию. (в частности, заметьте, что  $E_{X-V}/E_{B-V} \sim \text{const.}$  при  $1/\lambda_X \rightarrow 0$ ). X соответствует отдельной фотометрической полосе.

$E_{B-V}$  – избыток цвета.

- б) Используя графики, полученные в пункте а), оцените  $R_V$  и  $R_R$  для каждой звезды.

$$R_V = \frac{A_V}{E_{B-V}}, R_R = \frac{A_R}{E_{R-I}}$$

( $A_V$ –поглощение в полосе V)

Теперь примените полученные результаты для определения расстояния до спиральной галактики IC 342. Галактика находится в созвездии Кассиопеи, её свет подвержен поглощению в Млечном Пути. Считайте свойства межзвёздной среды в IC 342 такими же, как и в Млечном Пути.

- с) Используя соотношение период-блеск для 20 Цефеид из IC 342 (График 2,3) и зависимость:
- $$\langle M_R \rangle = -2.91 \left( \log \left( \frac{P}{\text{day}} \right) - 1 \right) - 4.04 \quad \text{and} \quad \langle M_I \rangle = -3.00 \left( \log \left( \frac{P}{\text{day}} \right) - 1 \right) - 4.06$$
- , где  $\langle M_R \rangle$  and  $\langle M_I \rangle$ –средние абсолютные блески в фильтрах R and I, найдите величину  $A_R$  для объектов в IC 342. Найдите расстояние до IC 342.

**Таблица 5** BVRIJHKLMN фотометрия двух звёзд в Кассиопее

Звезда	Спектр	$\frac{B}{\text{mag}}$	$\frac{V}{\text{mag}}$	$\frac{R}{\text{mag}}$	$\frac{I}{\text{mag}}$	$\frac{J}{\text{mag}}$	$\frac{H}{\text{mag}}$	$\frac{K}{\text{mag}}$	$\frac{L}{\text{mag}}$	$\frac{M}{\text{mag}}$	$\frac{N}{\text{mag}}$
HD 4817	K3lab	8.08	6.18	4.73	3.64	2.76	1.86	1.54	1.32	1.59	-
HD 11092	K4II	8.66	6.57	-	-	3.10	2.14	1.63	1.41	1.65	1.44

**Таблица 6**  $(B - V)_0$  цвета для избранных спектральных типов и классов светимости

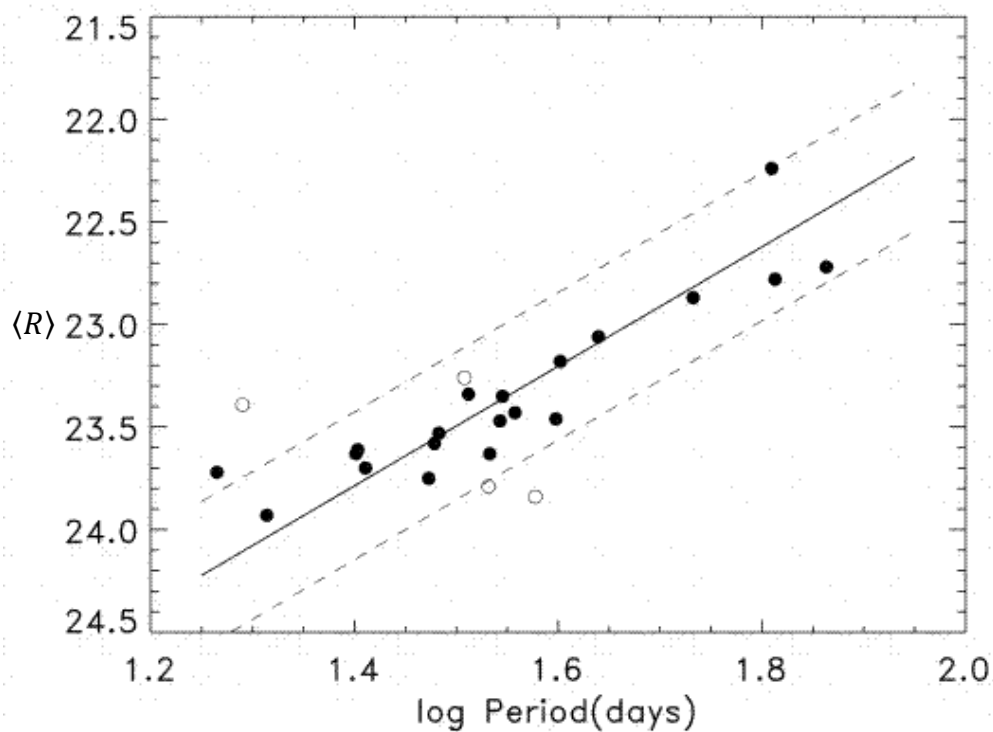
	$\frac{(B - V)_0}{\text{mag}}$	
	II	lab / Ia
F0	-	0.15
G0	0.73	0.82
K0	1.06	1.18
K3	1.40	1.42
K4	1.42	1.50

**Таблица 7** Инфракрасные цвета для избранных спектральных типов звёзд – сверхгигантов.

	$\frac{(V - R)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - I)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - J)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - H)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - K)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - L)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - M)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - N)_0}{\text{mag}}$
F0	0.20	0.31	0.36	0.51	0.60	0.64	0.65	0.82
G0	0.55	0.90	1.14	1.52	1.71	1.72	1.72	1.98
K0	0.95	1.59	2.01	2.64	2.80	2.87	2.79	3.14
K3	1.13	1.96	2.41	3.14	3.25	3.39	3.25	3.63
K4	1.20	2.13	2.59	3.37	3.44	3.62	3.46	3.84

**Таблица 8** Инфракрасные цвета для избранных спектральных типов звёзд – гигантов.

	$\frac{(V - R)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - I)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - J)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - H)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - K)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - L)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - M)_0}{\text{mag}}$	$\frac{(V - N)_0}{\text{mag}}$
K0	0.60	1.03	1.23	1.72	1.94	1.97	1.90	1.92
K3	0.86	1.39	1.84	2.40	2.69	2.82	2.70	2.73
K4	0.96	1.61	2.16	2.77	3.05	3.22	3.08	3.02



**График 2**  $\langle R \rangle$  средняя видимая звёздная величина в фильтре R как функция десятичного логарифма периода в сутках

**Таблица 9** Эффективные длины волн спектральных полос

Filter	B	V	R	I	J	H	K	L	M	N
$\lambda_F/\text{nm}$	450	555	670	870	1200	1620	2200	3500	5000	9000

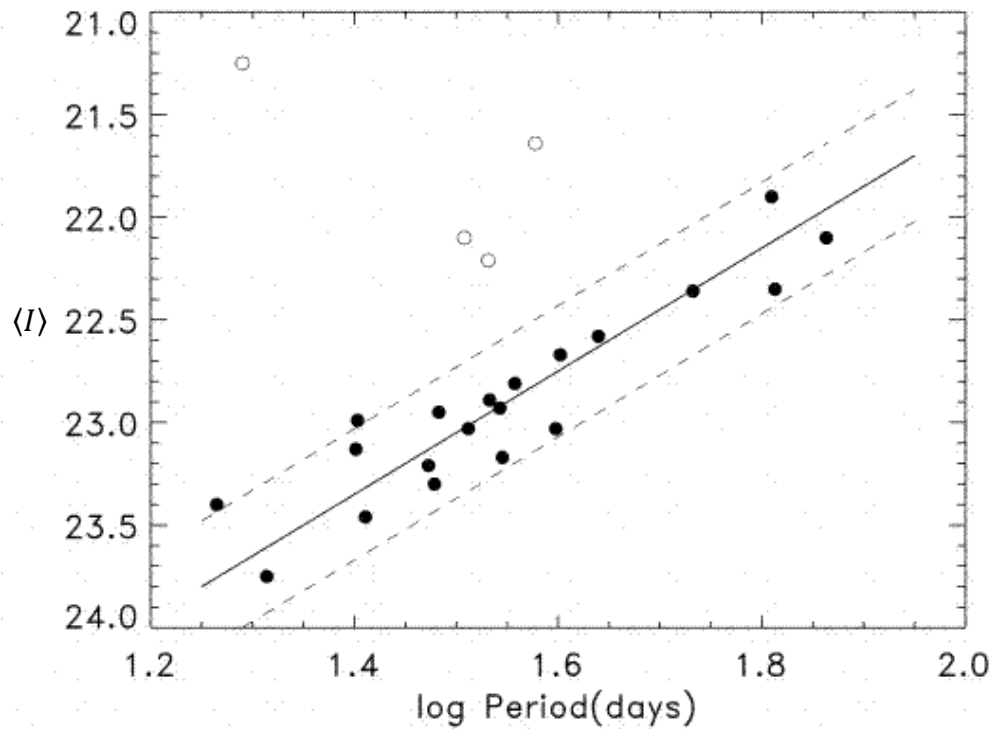


График 3  $\langle I \rangle$  средняя видимая звёздная величина в фильтре I как функция десятичного логарифма периода в сутках