

УТВЕРЖДЕНО  
Заместитель председателя  
оргкомитета заключительного этапа  
республиканской олимпиады  
\_\_\_\_\_ К. С. Фарино  
«\_\_\_\_\_» декабря 2008 г.

Задания для III этапа  
республиканской олимпиады по астрономии  
*3 – 6 января 2009 года*

ПРАКТИЧЕСКИЙ ТУР

*5 января 2009 года*



Уважаемые участники олимпиады!

Мы рады поздравить Вас с Новым 2009 Международным Годом Астрономии и пожелать много ярких созвездий исполненных желаний, надежд и достижений.

Вам предлагается всего одно задание. Вам предстоит исследовать шаровое звездное скопление M12 в созвездии Змееносца и определить его основные характеристики, возраст и расстояние.

## «Шаровое звездное скопление»

Наблюдения скопления M12 проводились в июне 1999 года с помощью инструмента FORS1 на телескопе АНТУ (VLT1) ESO (Обсерватория Паранал, Чили). Для данного задания выбрано изображение внешних частей скопления, содержащих сравнительно мало звезд. Экспозиции были сделаны в фильтрах *B* и *V*. Наблюдение и редукция данных (процесс исключения инструментальных и других артефактов) является трудоемкой работой, требующей больших телескопов и сложных компьютерных программ. Интересная для астрономов часть начинается позже. В этом задании данные уже получены и произведена их редукционная обработка. Мы упростили дальнейший анализ с помощью выбора сравнительно малочисленной группы звезд, которая может быть рассмотрена как характеризующая все звездное население скопления.

Вам необходимо максимально точно измерять видимые звездные величины каждой звезды в лучах *B* и *V*. Для этих целей используйте две негативные фотографии (одна – в лучах *B*, вторая – в *V*), шкалы видимых звездных величин (на каждом изображении) и линейку. Обратите внимание, что ошибки, сделанные в первых частях задания могут повлиять на дальнейшие результаты.

Шесть областей включают 45 звезд: 1) пять звезд № 1-5 – ‘training stars’ (тренировочные звезды), 2) четыре звезды № 6-9 – ‘calibration stars’ (калибровочные звезды); 3-6) остальные звезды составляют четыре группы (A, B, C и D) для проведения измерений и обработки данных.

Обратите, пожалуйста, внимание на достаточную точность ваших измерений и вычислений.

## Задачи

**1. Тренировка.** Для тренировочных звезд (№ 1-5) звездные величины даны в таблице. Используйте их для тренировки определения звездных величин в полосах *B* и *V* измерительным средством.

**2. Калибровка.** Выполните измерения звездных величин в полосах *B* и *V* звезд № 6-9. Проведите несколько независимых измерений. В таблицу запишите средние значения. При большом расхождении отдельных результатов, повторите первый пункт.

**3. Измерение.** Выполните измерения звездных величин в полосах *B* и *V* всех оставшихся звезд (группы A, B, C, D) и результаты запишите в таблицу.

**4. Показатель цвета.** Вычислите показатель цвета  $B-V$  для каждой из звезд, результаты занесите в таблицу.

**5. Температура.** Определите температуры звезд, используя предложенную графическую зависимость  $T = T(B - V)$ . Результаты занесите в таблицу.

**6. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела.** Главная последовательность диаграммы для Гиад изображена на предложенном Вам рисунке. Нанесите звезды М12 на данную диаграмму.

**7. Модуль расстояния.** Используя результаты предыдущей задачи, определите модуль расстояния  $m - M$  для скопления М12. Опишите метод. Оцените погрешность найденного значения.

**8. Расстояние.** Используя результаты предыдущей задачи, определите расстояние до М12 и его погрешность.

**9. Межзвездное поглощение.** Считая межзвездное поглощение в Галактике в направлении исследуемого скопления равным  $A_V = 0.57^m$ , заново определите расстояние до М12. Сравните полученный результат с задачей 8.

**10. Точка поворота.** Определите видимую звездную величину, светимость (в светимостях Солнца) и массу звезд (в массах Солнца) в точке поворота главной последовательности на ветвь гигантов. Используйте следующие данные: зависимость масса – светимость для звезд главной последовательности  $L \sim \mu^{3.8}$  и видимую звездную величину Солнца  $m_\odot = -26.5^m$ .

**11. Возраст.** Используя зависимость масса звезды – время ее жизни на главной последовательности ( $t \sim \mu^{-2.8}$ ) и расчетную длительность главной последовательности Солнца  $t_\odot = 8.2 \times 10^9$  лет, оцените возраст шарового скопления. Сравните с предполагаемым возрастом Вселенной.

**12. Размер.** Используя изображение М12 (сторона кадра  $0.25^\circ$ ), найдите диаметр скопления (в пк). Опишите метод.

**13. Число звезд.** Считая абсолютную звездную величину скопления  $M = -7.32^m$  (в полосе  $V$ ), оцените число звезд в скоплении. Укажите использованные в расчетах приближения. Как они влияют на полученный результат?