

**XIX Санкт-Петербургская  
астрономическая олимпиада**  
практический тур, решения

**2012**  
**4**  
**марта**

---

*7–8 классы*

---

Вам дано изображение (негативное) участка неба, на котором расположены два звездных скопления — №1 и №2.

- A) Определите, какое из этих скоплений находится дальше, и объясните, почему Вы так решили.
- B) Придумайте и опишите метод оценки количества звезд в одном скоплении.
- C) Реализуйте разработанный Вами метод для одного из двух скоплений — того, для которого метод будет давать более точный результат (и обоснуйте этот выбор). Не забудьте указать, с каким из скоплений Вы работали.
- D) В астрономии эти скопления известны под обозначениями M 35 и NGC 2158. Как расшифровываются эти обозначения? Какое из обозначений к какому скоплению относится?

**Решение:**

- A) Известно, что чем дальше находится источник света, тем, при прочих равных условиях, он кажется слабее. Также чем дальше находятся два объекта, тем меньше становится угловое расстояние между ними (например, можно вспомнить, как выглядят параллельно лежащие рельсы). Все звезды в скоплении № 2 менее яркие и расстояния между ними заметно меньше, чем в скоплении № 1. Следовательно, дальше находится скопление № 2.
- B) Совершенно очевидно, что не стоит «в лоб» подсчитывать абсолютно все звезды, видимые на изображении. Во-первых, это весьма сложно и долго. Во-вторых, нужно как-то определить границы скопления. В-третьих, не все звезды, видимые в пределах скопления, ему принадлежат. Могут быть звезды, более далекие или более близкие, чем скопление, просто видимые в той же области неба. Таким образом, следует придумать метод, позволяющий очертить на изображении границы скопления, выделить в их пределах звезды, принадлежащие скоплению, и оценить их количество без трудоемких подсчетов.

При внимательном рассмотрении изображения можно заметить, что плотность расположения звезд наиболее велика в центрах скоплений и спадает к краям (особенно четко это видно у скопления № 2, т.к. оно более плотное). Изображение скопления «состоит» из изображения звезд самого скопления и фоновых, т.е. не принадлежащих скоплению звезд. Очевидно, что плотность фоновых звезд практически постоянна на всем изображении. На основании этого факта можно найти границы скопления. Нужно определить центр скопления —

небольшой участок изображения, где плотность звезд наибольшая. Правда, у рассеянных скоплений это сделать не очень легко, т.к. звезд в них не много и они довольно слабо сконцентрированы к центру. Найдя центр, нужно провести радиус от центра к краю и вдоль него расположить ряд небольших площадок одинакового размера, проще всего квадратных, например  $1\text{ см} \times 1\text{ см}$ , в которых подсчитать число звезд. Оно будет убывать от центра к краю. В какой-то момент убывание остановится, т.е. после какого-то расстояния от центра число звезд в площадках будет оставаться приблизительно постоянным. Это расстояние и будет размером скопления. То число звезд, которое остается постоянным за пределами скопления — это число фоновых звезд в площадке данного размера. Теперь нужно из чисел звезд, полученных на площадках в пределах скопления, вычесть число фоновых звезд. Тем самым получим для каждой площадки число звезд, принадлежащих скоплению. Далее это число нужно умножить на количество таких площадок, которое укладывается в кольцо на данном расстоянии от центра. Для этого нужно провести окружности с центром в центре скопления с разностями радиусов, равными размерам площадок. Затем либо посчитать площадь кольца как разность площадей кругов двух «соседних» радиусов (для тех, кто знает формулу площади круга), либо, что будет, правда, менее точным, расчертив кольцо на подобные площадки, оценить их количество (см. рисунок). Таким образом получается число звезд скопления, заключенных в пределах одного кольца. Такую операцию нужно проделать со всеми кольцами до границы скопления. Затем сложить все числа и получить полное число звезд скопления. Чтобы получить более точные результаты, нужно взять в пределах каждого кольца не одну, а две-три площадки в разных направлениях и получить количество звезд в кольце, умножив количество площадок в кольце на среднее количество звезд из этих двух-трех площадок.

Подобный метод оценки количества звезд называется методом «звездных черпков». Впервые его разработал и реализовал для подсчета звезд нашей Галактики английский астроном Уильям Гершель в конце XVIII века. Этот метод работает для подсчета любых объектов. В наши дни его в основном используют для подсчета внегалактических объектов и определения структуры распределения галактик во Вселенной.

- С) Очевидно, что гораздо более точные результаты будут давать подсчеты звезд скопления № 1. Звезды скопления № 2 расположены настолько близко друг к другу, что на данном изображении очень трудно, а местами и невозможно, разделить их. Таким образом, следует работать со скоплением № 1. При подсчетах должно получиться несколько сотен звезд. Следует обратить внимание на то, что указание в качестве ответа числа звезд скопления с точностью до штук (например, 543 звезды) является ошибкой. Такая «точность» в данной работе бессмысленна, т.к. существует множество источников погрешности: выделение звезд, принадлежащих скоплению; определение границ; выделение площадок; усреднение количества звезд при подсчете и т.д.
- Д) Обозначения скоплений складываются из аббревиатуры каталога, в котором находится скопление, и его номера в этом каталоге. М — это обозначение каталога Мессье — каталога туманных объектов, составленного французским астрономом Шарлем Мессье во второй половине XVIII века. Мессье занимался поиском и изучением комет и составил каталог неподвижных туманных объектов, чтобы не путать их с кометами. Для «ловли» комет используются небольшие телескопы, поэтому все объекты, представленные в каталоге Мессье, видны в бинокль или любительский телескоп, а иногда и невооруженным глазом.
- В конце XIX века, в основном по данным наблюдений У. Гершеля, выполненных в конце

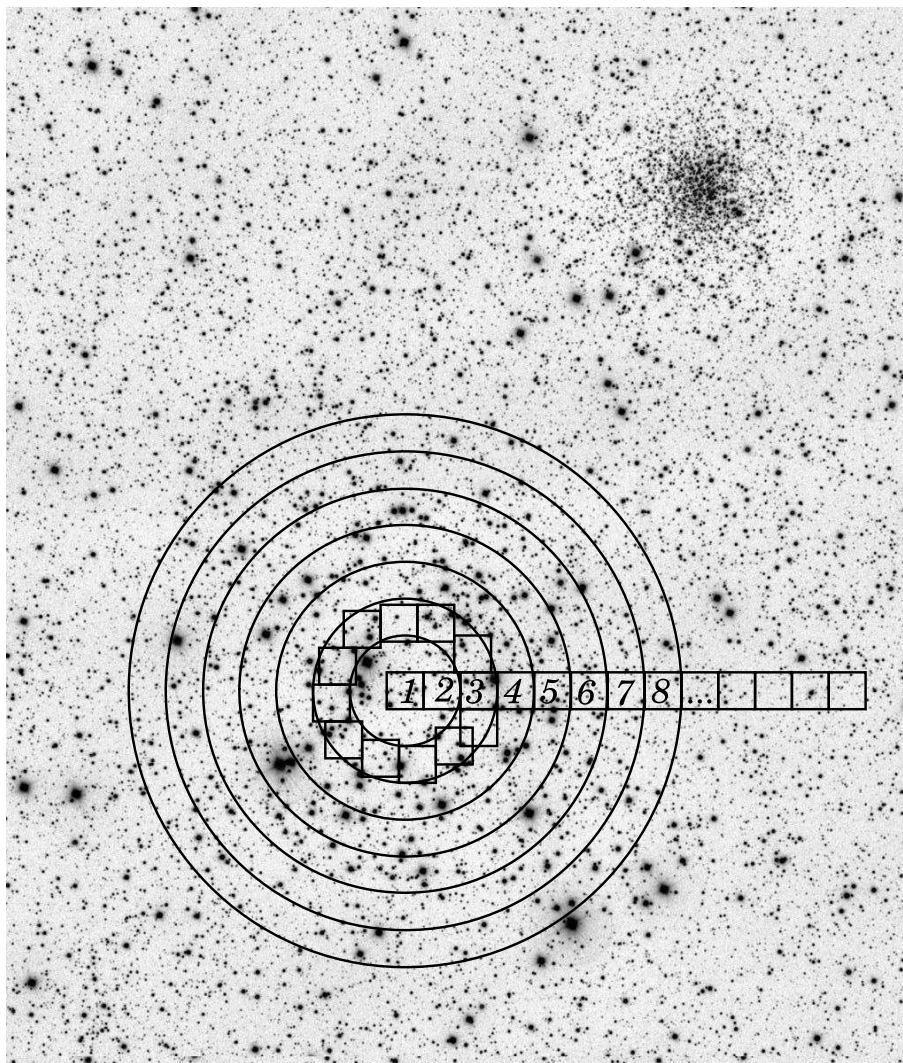


Рис. 1: К методу «звездных черпков»

XVIII – начале XIX веков на самых больших имевшихся тогда телескопах, Д. Дрейер составил более полный каталог объектов далекого космоса — NGC (*англ.* New General Catalogue — Новый Общий Каталог). В этот каталог входят как все объекты, входящие в каталог Мессье, так и более слабые. Если объект входит в оба каталога, то обычно используется его обозначение по каталогу Мессье.

Таким образом, объект М 35 должен быть ярче объекта NGC 2158, поэтому обозначение М 35 принадлежит скоплению № 1 (которое также имеет обозначение NGC 2168), а NGC 2158 — скоплению № 2.