

## D1 Зелье старения

### D1.1 Описание данных

В файле **cluster.dat** приведены данные об объектах в поле рассеянного скопления M67:

- `prob.` — вероятность того, что объект принадлежит скоплению (%);
- `identifier` — обозначение объекта;
- `coord1 (ICRS, J2000)` — экваториальные координаты на эпоху J2000:  
 $\alpha$  (h m s),  $\delta$  (deg min sec);
- `plx` — параллакс в миллисекундах дуги;
- `radvel` — лучевая скорость в км/с;
- `Mag _` — видимые звёздные величины в различных фотометрических полосах [9 столбцов];
- спектральный класс.

Файл **iso.dat** содержит описание изохрон — теоретических кривых на диаграмме Герцшпрунга–Рассела, соединяющих положения звёзд одного возраста и химического состава, но разной массы:

- `Z` — металличность;
- `age` — возраст в годах;
- `log(age)` — десятичный логарифм возраста, выраженного в годах;
- `Mini` — масса звезды на начальной главной последовательности, выраженная в массах Солнца;
- `Mass` — масса при указанном возрасте, выраженная в массах Солнца;
- `logL` — десятичный логарифм светимости, выраженной в светимостях Солнца;
- `logg` — десятичный логарифм ускорения свободного падения на поверхности;
- `Mbol` — болометрическая абсолютная звёздная величина;
- `_MAG` — абсолютные звёздные величины в различных фотометрических полосах [8 столбцов];
- `FLUM` — поток излучения.

## D1.2 Задание

1. Определите координаты центра скопления:

- по всем объектам каталога (далее — выборка А);
- по объектам, вероятность принадлежности скоплению которых не менее 90% (далее — выборка В).

Сравните полученные значения для каждой из выборок с приведёнными в базе данных SIMBAD: ( $\alpha = 8^{\text{h}} 51^{\text{m}} 23.0^{\text{s}}$ ;  $\delta = +11^{\circ} 48' 50''$ ).

2. Приведите график распределения объектов на небе в экваториальных координатах для обеих выборок (можно разными цветами точек и на одном графике) в масштабе осей 1 : 1.

*Далее только для выборки В:*

3. Постройте зависимость плотности распределения  $n(\rho)$  объектов скопления в картинной плоскости вдоль радиуса  $\rho$  в пределах  $1.5^{\circ}$  от центра скопления. В качестве координат центра используйте данные SIMBAD из первого пункта.

По оси ординат откладывайте количество объектов в расчёте на единицу площади неба (условимся выбрать 0.01 кв. градуса), необходимое число колец разбиения оцените самостоятельно.

4. По приведённым данным о параллаксе оцените расстояние до скопления и определите линейный размер скопления в пределах радиуса  $0.5^{\circ}$  от центра скопления.

5. Постройте график распределения оценок параллаксов объектов. Сравните характерный разброс параллаксов на графике с разбросом таковых вследствие неточности скопления.

6. Для объектов, расположенных ближе  $15'$  от центра скопления, постройте диаграмму «цвет–величина» в осях  $(J - H)$  и  $J$ . Определите положение точки поворота главной последовательности. Оцените возраст скопления, используя файл с данными об изохронах и полученное ранее расстояние до скопления.



## D2 Откройся

### D2.1 Дано

В вашем распоряжении 5 файлов `ngc3201_N.fits` — изображения целевой звезды и её окрестностей в шаровом звёздном скоплении NGC 3201.

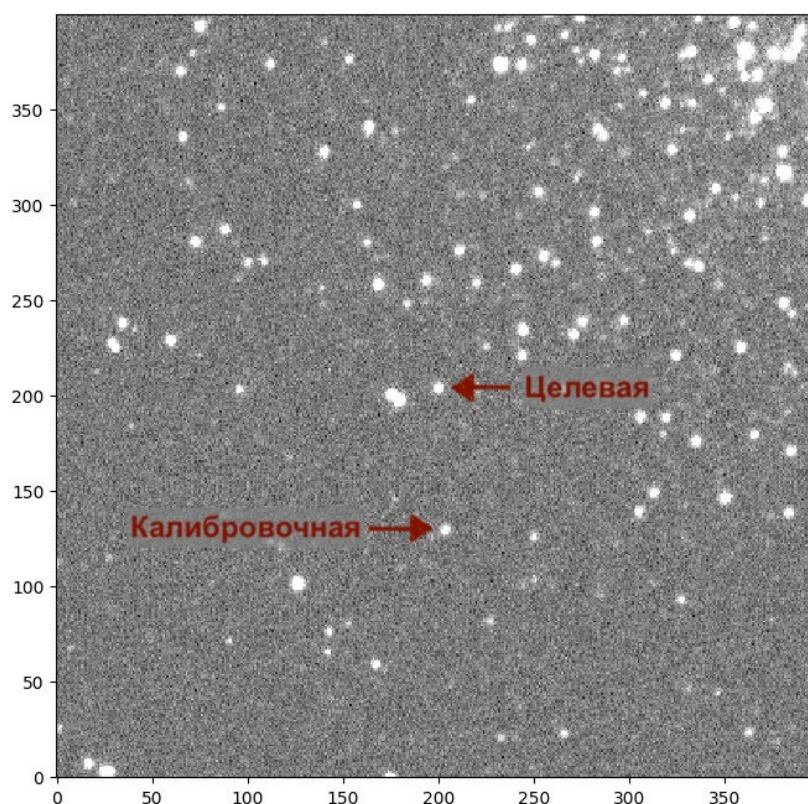
В данной задаче вам предстоит использовать лишь части этих изображений, представляющие собой квадраты равного размера, центрированные по целевой звезде:

filename	x1	x2	y1	y2
<code>ngc3201_1.fits</code>	860	1060	668	868
<code>ngc3201_2.fits</code>	869	1069	673	873
<code>ngc3201_3.fits</code>	205	435	190	420
<code>ngc3201_4.fits</code>	262	462	195	395
<code>ngc3201_5.fits</code>	641	841	709	909



В качестве калибровочной используйте звезду, которая смещена относительно целевой на 80 пикселей вниз на изображении `ngc3201_1.fits`. Видимая звёздная величина калибровочной звезды  $m_0 = 14.81$ . Среднюю абсолютную звёздную величину целевой звезды примите равной  $M = 0.58$ .

Если потерялись, вот ориентир:



## D2.2 Задание

1. Отобразите графическую информацию каждого из файлов `fits` целиком, а также каждого из указанных фрагментов.
2. Определите видимую звёздную величину целевой звезды на каждом из изображений. Для наших целей можно считать, что все отсчёты в файле линейны относительно зарегистрированного светового потока. Не забудьте вычесть фон!
3. Оцените расстояние до NGC 3201, считая, что полное межзвездное поглощение в направлении скопления  $A = 0.25^m$ .
4. Как изменится ответ, если не вычитать фон?  
*Указание.* Качественная оценка будет оцениваться частью баллов за этот пункт.

*Подсказка.* Змееустам могут помочь пакеты `astropy` и `sep`.

## D3 Астрономическая башня

Взгляните на фотографию `MoonEarth_change5T1.jpg`, полученную китайским автоматическим космическим аппаратом Чанъэ-5T1, и полюбуйтесь Морем Москвы.

1. Определите расстояния от аппарата до Луны и до Земли в момент съёмки.
2. Через сколько суток после момента съёмки на Земле наступило ближайшее новолуние?

