

D1 Близкое & Белое

D1.1 Описание данных

В файле `WD.csv` приведены параметры выборки белых карликов в пределах небольшой области вокруг Солнца:

- `wdid` — обозначение звезды;
- `icrsra` — прямое восхождение в часовой мере;
- `icrsdec` — склонение в градусной мере;
- `spectype` — спектральный класс;
- `teff` и `Dteff` — эффективная температура и ошибка её определения;
- `mass` и `Dmass` — оценка массы и ошибка её определения;
- `parallax` и `Dparallax` — годичный параллакс в миллисекундах дуги (мсд) и ошибка его определения;
- `pmra` — собственное движение по прямому восхождению в мсд/год с учётом фактора $\cos \delta$;
- `pmdec` — собственное движение по склонению в мсд/год;
- `velX`, `velY`, `velZ` — компоненты скорости относительно Солнца в системе координат XYZ ;
- `G` и `DG` — видимая звездная величина в полосе G (Gaia) и ошибка её определения.

Система координат XYZ — декартова галактическая система координат с центром в Солнце. Ось X направлена от Солнца к центру Галактики, перпендикулярная ось Y направлена в плоскости Галактики в сторону движения Солнца в ней, ось Z дополняет оси X и Y до правой тройки.

Экваториальные координаты	$\alpha_G = 12^{\text{h}} 51' 26''$
Северного полюса Галактики	$\delta_G = +27^{\circ} 07' 42''$
Галактическая долгота	$l_N = 123^{\circ}$
Северного полюса мира	

D1.2 Задание

1. Постройте график зависимости относительной ошибки параллакса от величины параллакса. Разумность отображаемых диапазонов оцените самостоятельно. Проявляется ли какая-либо зависимость откладываемых на графике величин?
2. Постройте карту распределения белых карликов в проекции на плоскость (X, Y) в масштабе осей 1 : 1.

3. Постройте графики радиального профиля поверхностной (на (X, Y)) и объёмной концентрации объектов. Соответствует ли какой-либо из профилей равномерному распределению?
4. Оцените среднюю концентрацию белых карликов в единице объёма и сравните полученное значение с характерной концентрацией звёзд в окрестности Солнца.
5. Часто на основе данных о собственных движениях группы объектов можно определить наличие потоковых движений относительно наблюдателя. Что можно сказать об общем движении для исследуемой выборки белых карликов?
6. Постройте график зависимости массы белых карликов от оценки их радиусов. Что можно сказать об этой зависимости?

D2 Снимай, пока молодой

Чем больше ты имеешь, тем с большей жадностью стремишься к тому, чего у тебя нет.

Александр Македонский

Один молодой астроном летом решил сделать фотографию тусклой туманности. Начал он ровно в полночь, но спустя полтора часа съёмок понял, что уже зачинается утро: проснулись птицы, выпала утренняя роса, небо стало светлеть... Но в погоне за ценным сигналом он решил не останавливать съёмки и закончил только под самый восход Солнца, в 4:00.

D2.1 Описание данных

Файл `SAIskybrightness.csv` содержит сведения о зависимости яркости фона неба от времени:

- `time` — время, прошедшее с гражданской полуночи, в единицах суток;
- `I` — яркость фона неба в относительных единицах, пропорциональных количеству фотонов, приходящих на один пиксель матрицы за секунду.

Яркость туманности в тех же единицах постоянна и равна 50.

D2.2 Задание

Постройте график зависимости отношения сигнал/шум (SNR) от времени и рассчитайте, в какой момент астроному следовало остановиться и во сколько раз лучший SNR он бы тогда получил. Попадание фотонов на матрицу считайте пуассоновским процессом. Тепловым шумом и шумом считывания пренебрегите.

D2.3 Справка

Отношение сигнал/шум вычисляется по формуле $\text{SNR} := \frac{I}{\sigma_I}$, где I — величина сигнала, σ_I — стандартное отклонение этой величины.

Пуассоновский процесс — один из видов случайных процессов, который описывает количество наступивших случайных событий, происходящих с постоянной интенсивностью. Количество событий Y , регистрируемых за некоторый фиксированный промежуток времени τ , подчиняется одноимённому распределению, то есть $Y \sim \text{Pois}(\lambda)$, и вероятность зарегистрировать ровно k событий есть

$$\mathbb{P}(Y = k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda},$$

где λ — среднее количество событий за промежуток времени τ .

Математическое ожидание и дисперсия случайной величины $Y \sim \text{Pois}(\lambda)$

$$\mathbb{E}[Y] = \lambda;$$

$$\mathbb{D}[Y] \equiv \mathbb{E}[(Y - \mathbb{E}[Y])^2] = \mathbb{E}[Y^2] - (\mathbb{E}[Y])^2 = \lambda.$$

Интересно, что сумма независимых пуассоновских случайных величин также имеет распределение Пуассона, причём

$$Y_i \sim \text{Pois}(\lambda_i), \quad i = 1, \dots, n \quad \implies \quad Y = \sum_{i=1}^n Y_i \sim \text{Pois}\left(\sum_{i=1}^n \lambda_i\right).$$

D3 Утро субботы

D3.1 Задание

Экспериментатор Глюк воткнул цилиндрическую палку вертикально на плоском берегу моря и начал отмечать координаты конца тени палки в течение всего дня. На следующее утро Глюк проснулся и не смог вспомнить, где находится, какой сейчас день и куда он подевал палку. Определите широту Глюка, возможную дату и размеры (длину и ширину) палки, которую ищет Глюк.

D3.2 Описание данных

Файл `loststick.dat` содержит записи координат конца тени в прямоугольной декартовой системе координат с началом в точке установки палки, по паре (X, Y) на каждой строке. Единицы измерения — метры.