

# Определение параметров межзвездного поглощения света по данным каталога Hipparcos

8 января 2015 г.

## 1 Абстракт

Основная задача исследования – автоматический поиск пылевых облаков в окрестности Солнца на основе массовых каталогов звезд. Первый этап этой задачи – построение двумерной панорамы распределения пылевых облаков на небесной сфере на основе данных каталога Hipparcos. Метод исследования основан на сравнении эталонного показателя цвета звезды данного спектрального класса с наблюдаемым показателем цвета. Так как полная двумерная спектральная классификация известна не для всех звезд каталога Hipparcos, то пришлось решать вспомогательную задачу: используя параллаксы звезд каталога Hipparcos дополнить информацию о звездах классом светимости на основе данных о видимой звездной величине и параллаксе звезды. Для этого использовался метод опорных векторов. В результате работы была построена карта распределения пылевой материи, вызывающей покраснения света звезд, по небесной сфере. Для построения трехмерного распределения пылевых облаков необходим более точный и массовый каталог параллаксов звезд, которым может стать каталог миссии GAIA, завершение которой планируется в ближайшие годы.

## 2 Постановка задачи

*Покраснение света от звезды есть*

$$E = E_{B-V} = (B - V)_{obs} - (B - V)_{int}$$

Где  $(B - V)_{obs}$  — ее видимый нами показатель цвета, а  $(B - V)_{int}$  — реальный показатель цвета звезды. Существуют таблицы «спектральный класс — показатель цвета», поэтому для каждой звезды из каталога Hipparcos, у которой есть видимый показатель цвета и спектральный класс, можно вычислить покраснение. Если мы для всех таких звезд знаем еще и их пространственные координаты с хорошей точностью, то мы можем говорить о пространственном распределении покраснения. В данной работе мы рассмотрим это распределение с точки зрения трендов покраснения в различных направлениях. Результатом работы будут коэффициенты  $a$  и  $b$  этих трендов  $ar + b$ .

## 3 Обзор литературы

Этот раздел еще не создан

## 4 Недостатки используемых методов

Этот раздел еще не создан

## 5 Метод нахождения параметров межзвездного поглощения

Нижеописанный метод состоит из трех этапов

### 5.1 Картирование небесной сферы

Для картирования небесной сферы мы воспользуемся стандартным алгоритмом Healpix, с помощью которого мы разобьем сферу на достаточно маленькие равновеликие части. Назовем их  $\{P_i\}_{i=1}^{2n^2}$  (у нас  $n = 18$ ). Обозначим конусы, отсекаемые соответствующими частями через  $\{C_i\}_{i=1}^{2n^2}$

Такое разбиение позволит нам,

1. Рассмотреть ход покраснения в каждом конусе как одномерную функцию  $E(r)$ . Это корректно, ввиду того, что конусы достаточно узкие;
2. Сделать наши результаты «независимыми», т.к. конусы не налагаются;
3. Поместить в каждый конус примерно одинаковое число звезд, чтобы избежать недостатка звезд в некоторых конусах.

### 5.2 Тренд

Тем самым, мы ищем  $E_i(r)$ , соответствующую каждому  $C_i$ . Ввиду того, что практически все  $E_i(r)$  очень сильно зашумлены разного рода ошибками, не удастся проследить истинный ход этих функций. Но тренд все же можно вычислить. Он находится с помощью метода наименьших квадратов.

### 5.3 Критерии выбора звезд

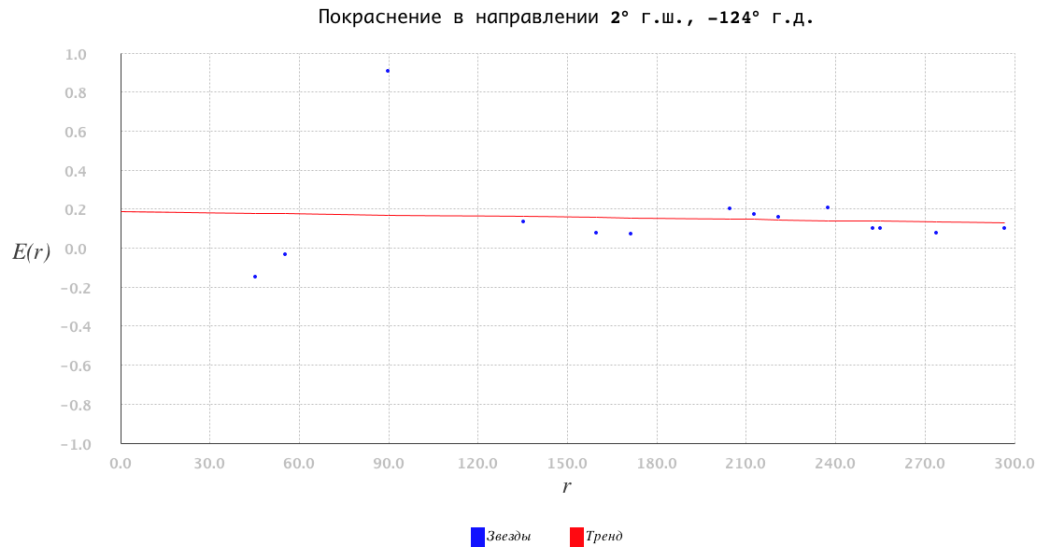
#### 5.3.1 По параллаксу

В каталоге Hipparcos, далекие звезды имеют очень большие ошибки в параллаксе. На расстояниях, скажем, в 400 пк эти ошибки могут достигать 100%. Такие ошибки могут очень сильно испортить наши результаты. Тем самым, мы не будем рассматривать звезды, у которых параллакс (его среднее значение) превосходит 300 пк. Меньшее значение порога оставит нам очень малое число звезд, которых не хватит для того, чтобы вычисленные тренды были достоверными.

#### 5.3.2 По тренду

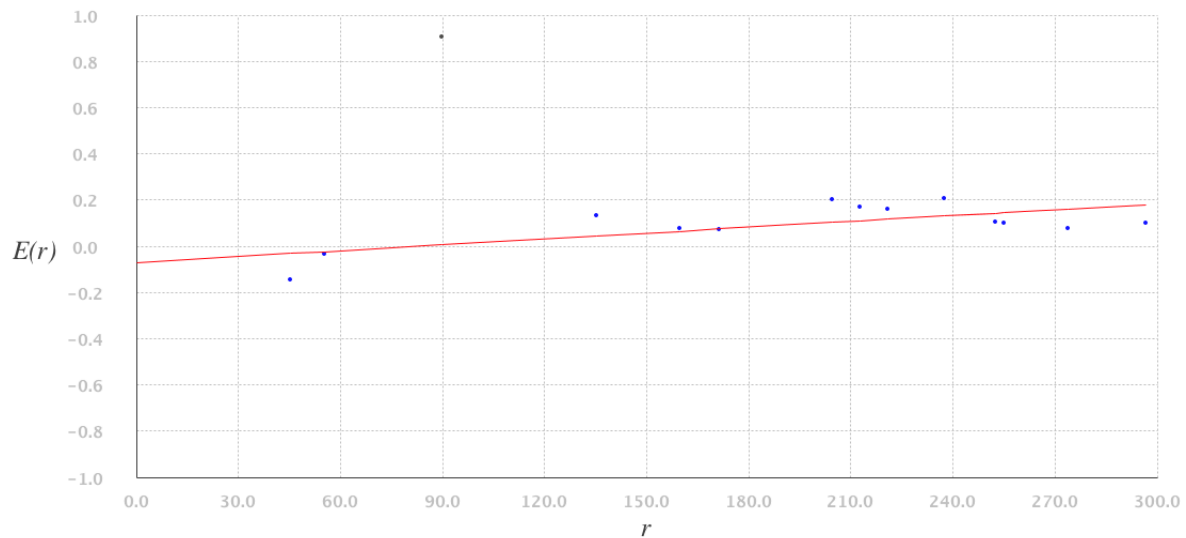
Покраснения некоторые звезд очень сильно портят тренды. Иногда они даже бывают отрицательными, что вообще противоречит здравому смыслу. Но об этом мы поговорим позже.

Как известно, метод наименьших квадратов не устойчив к выбросам, т.е. совсем неверные покраснение/параллакс могут очень сильно испортить тренд. Это пример  $E(r)$  и тренда в одном из конусов,



На этом графике видно, как аномальное значение покраснения звезды (той, что сверху) «приподнимает» начало тренда.

Для устойчивого построения тренда, мы воспользуемся первой итерацией метода RANSAC. Она заключается в том, что после построения тренда по всем звездам, мы выбрасываем те, у которых отклонение от тренда самое большое. Затем, мы строим тренд заново, но уже только по оставшимся звездам. В методе RANSAC эта процедура выполняется много раз, но нам это не подойдет, т.к. тогда мы будем заниматься «подгонкой». После выброса 10% самых плохих звезд тренд в том же конусе становится таким,



Что чуть больше похоже на правду. В данном случае, мы выбросили одну звезду. 10% звезд — это 0, 1, 2 звезды в каждом конусе. Опять же, нельзя выкидывать слишком много звезд из-за опасности «подгонки» модели.

## 5.4

Подытожим все вышесказанное. Составим алгоритм расчета