

Неразрешенные двойные звезды в рассеянных звездных скоплениях

(Выпускная квалификационная работа)

Исполнитель
Бородина О. И. ^{1, 2}

Руководитель
Ковалева Д. А. ²

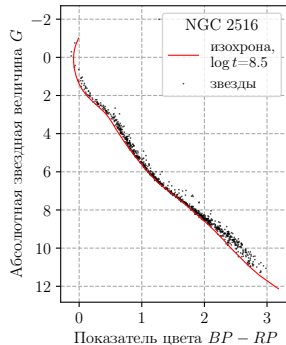
¹Московский физико-технический институт (НИУ)

²Институт астрономии РАН

29 июня 2020

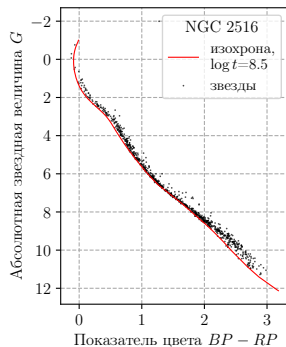
Проблема

- В РЗС велика доля двойных
- Неразрешенные двойные располагаются над ГП одиночных звезд
- Важно знать характеристики популяции двойных



Проблема

- В РЗС велика доля двойных
- Неразрешенные двойные располагаются над ГП одиночных звезд
- Важно знать характеристики популяции двойных
 - $\alpha = \frac{N_{\text{binaries}}}{(N_{\text{singles}} + N_{\text{binaries}})}$
 - $f(q), q = \frac{M_2}{M_1}$
- Нет методики, которая позволяла бы однородным образом оценивать $\alpha, f(q)$



Постановка задачи

Задачи:

- Разработать методы определения $\alpha, f(q)$
 - Применить к данным модели P3C
 - Применить к данным реальных P3C

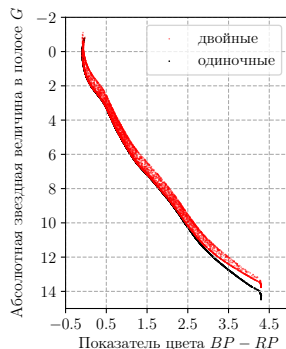
Данные:

- Каталог Gaia DR2
- Таблицы изохрон ¹

¹ <http://stev.oapd.inaf.it/cmd>

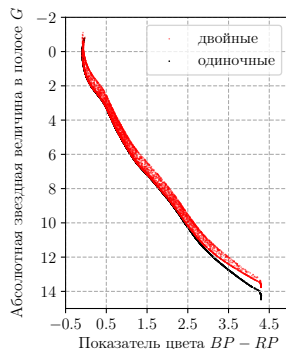
Построение модели скопления

- Построили модель РЗС в картинной плоскости
- Построили модель РЗС на диаграмме звездная величина-показатель цвета
- Одиночные звезды
 - НФМ $\rightarrow M \rightarrow G, BP, RP$
- Двойные звезды
 - НФМ, $f(q) \rightarrow M_1, M_2 \rightarrow G, BP, RP$



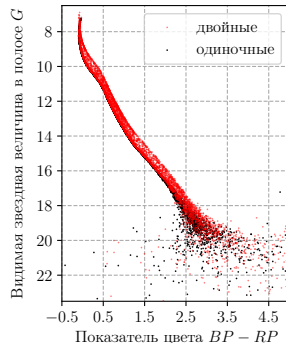
Построение модели скопления

- Построили модель РЗС в картинной плоскости
- Построили модель РЗС на диаграмме звездная величина-показатель цвета
- Одиночные звезды
 - НФМ $\rightarrow M \rightarrow G, BP, RP$
- Двойные звезды
 - НФМ, $f(q) \rightarrow M_1, M_2 \rightarrow G, BP, RP$
- Переходим к видимым звездным величинам



Построение моделей скопления

- Построили модель РЗС в картинной плоскости
- Построили модель РЗС на диаграмме звездная величина-показатель цвета
- Одиночные звезды
 - $\text{НФМ} \rightarrow M \rightarrow G, BP, RP$
- Двойные звезды
 - $\text{НФМ}, f(q) \rightarrow M_1, M_2 \rightarrow G, BP, RP$
 - Располагаются над ГП одиночных звезд
- Переходим к видимым звездным величинам



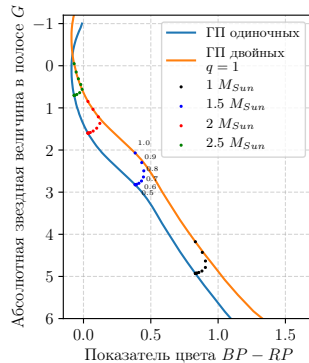
Методы детектирования двойных

Метод координатных сеток

Идея метода:

- q, M_1 однозначно задают G, BP, RP
- Можно по G, BP, RP определить q, M_1

Ограничения метода:



Методы детектирования двойных

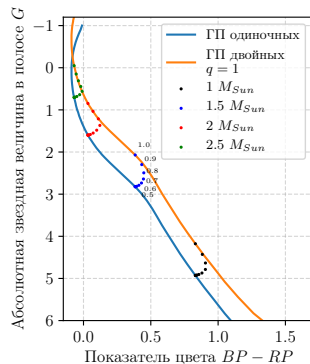
Метод координатных сеток

Идея метода:

- q, M_1 однозначно задают G, BP, RP
- Можно по G, BP, RP определить q, M_1

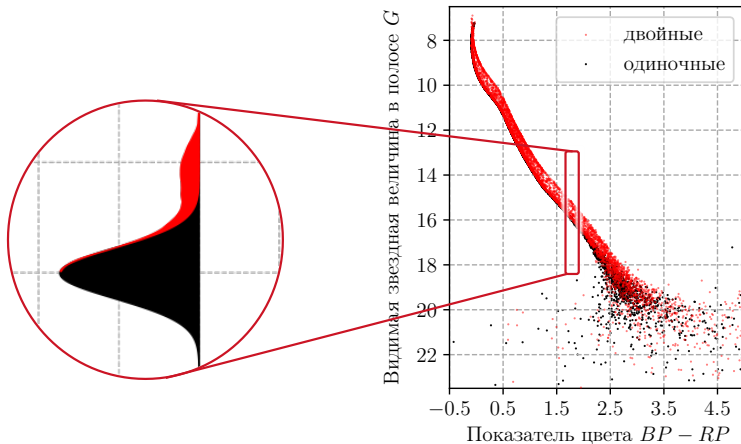
Ограничения метода:

- Работает на интервале $[0.13; 0.33]$ по показателю цвета или $M_1 \in [1.6; 2.2]M_{\odot}$
- На этом интервале верно отождествляется $q > 0.3$



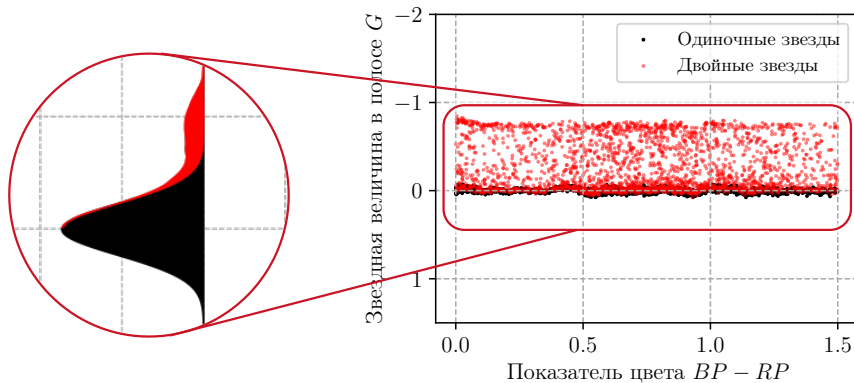
Методы детектирования двойных

Метод профилей



Методы детектирования двойных

Метод профилей



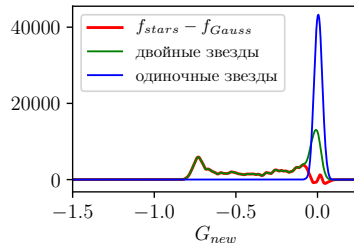
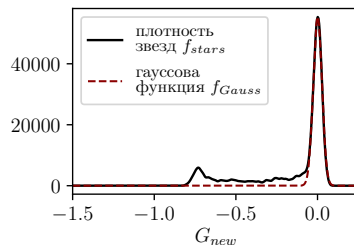
Методы детектирования двойных

Метод профилей

Идея метода:

- Строим эмпирическую изохрону
- Приводим к горизонтальной ГП
- Строим распределение плотности $f_{stars}(G)$
- Определяем профиль одиночных f_{Gauss}
- Вычисляем профиль двойных как $f_{stars} - f_{Gauss}$

Ограничения метода:



Методы детектирования двойных

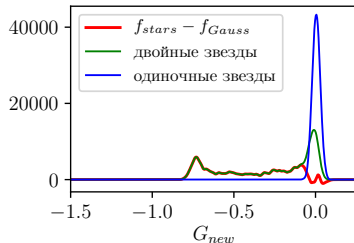
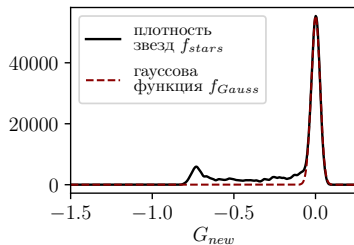
Метод профилей

Идея метода:

- Строим эмпирическую изохрону
- Приводим к горизонтальной ГП
- Строим распределение плотности $f_{stars}(G)$
- Определяем профиль одиночных f_{Gauss}
- Вычисляем профиль двойных как $f_{stars} - f_{Gauss}$

Ограничения метода:

- Двойные детектируются с $q > 0.37$

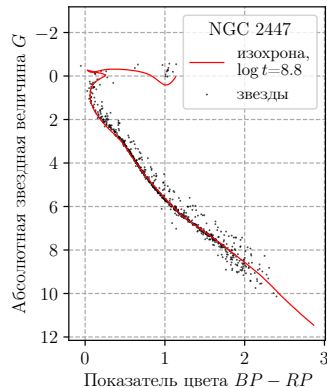


Методы детектирования двойных

- Метод координатных сеток
 - Зависит от соответствия теоретической изохроны наблюдательным данным
- Метод профилей
 - Требуется достаточно большое число звезд для построения эмпирической изохроны
- По диаграмме звездная величина - показатель цвета мы не можем определить двойные с $q \leq 0.3$

Применение методов к РЗС

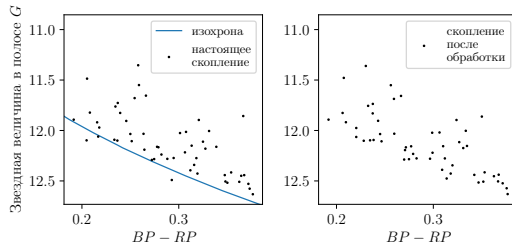
- Выбрали 20 РЗС, определили возраст, расстояние до них и поглощение.
- Среди 20 РЗС выбрали два: NGC2447 и NGC2516
- Сделали выборку вероятных членов скопления по π , μ_α , μ_δ и фотометрическим данным



Применение методов к NGC2447

Метод координатных сеток

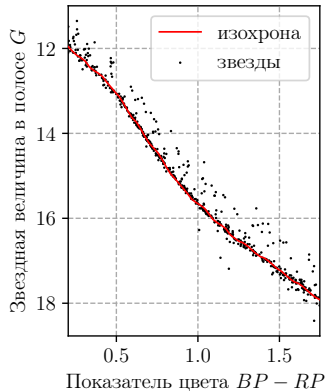
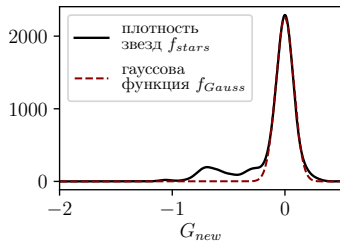
- В промежутке от 0.13 до 0.33 – 53 звезд
- 49 звезд находятся над изохроной
- Полученная доля двойных 92%



Применение методов к NGC2447

Метод профилей

- 21% на всем интервале
- 17% на промежутке от 0.13 до 0.33



- ❶ Разработали два метода выделения двойных звезд РЗС при помощи диаграммы звездная величина-показатель цвета
- ❷ Определили ограничения метода координатных сеток:
 - По массе главного компонента $M_1 \in [1.6; 2.2] M_{\odot}$;
 - Детектирует двойные с $q > 0.3$;
 - Требуется точное положение изохроны;
- ❸ Определили ограничения метода профилей:
 - Детектирует двойные с $q > 0.37$;
 - Требуется большого числа звезд;
- ❹ Наши задачи на будущее
 - Разработать методы оценки численной ошибки методов;
 - Научиться решать проблемы с неточным расположением изохроны и малонаселенностью ГП;
 - Определить α и $f(q)$ для представительной выборки РЗС