

Пошук екзопланет в системах білих карликів

к.ф.-м.н. Велесь О.А.

Main Astronomical Observatory
National Academy of Sciences of Ukraine
Akad. Zabolotnoho St., 27
03680, Kyiv, Ukraine
veles@mao.kiev.ua



14 липня 2016 р.



Передумови

Міркування базуються на даних [NASA Exoplanet Archive](#), каталозі з 20 тис. білих карликів [sdssdr7wd: Sloan Digital Sky Survey DR7 White Dwarf Catalog](#) та наступних фактах:

- Одні з перших екзопланет відкриті в системі пульсар + WD (1993 р.)
- Наявність залишків планет в системах білих карликів
- Відкриття землеподібних планет в системі ультрахолодного карлика (TRAPPIST-1)



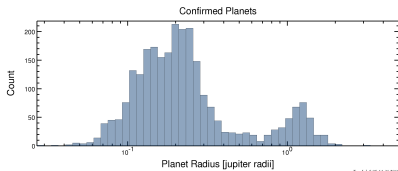
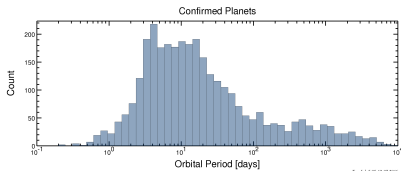
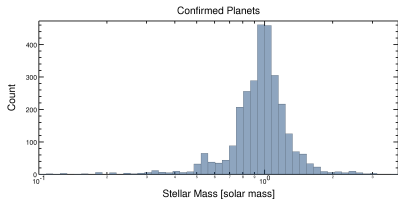
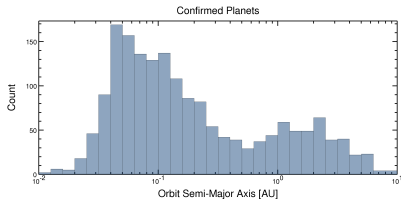
Чи переживуть планети стадію червоного гіганта?

Аргументи ЗА:

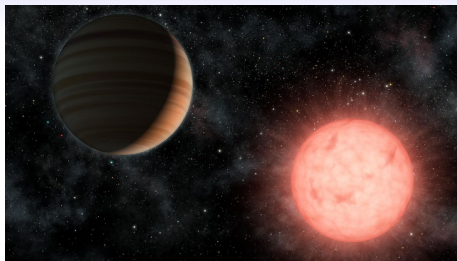
- Планета в системі субкарлика V391 Pegasi: газовий гігант в $3M_j$ на відстані 1.7 а.о.
- Планетна система біля субкарлика Kepler-70 (KOI-55): дві землеподібні планети на відстані менше 0.01 а.о.
- Наявність планет в системах з пульсарами та білими карликами.



NASA Exoplanet Archive plots



Переваги та недоліки:

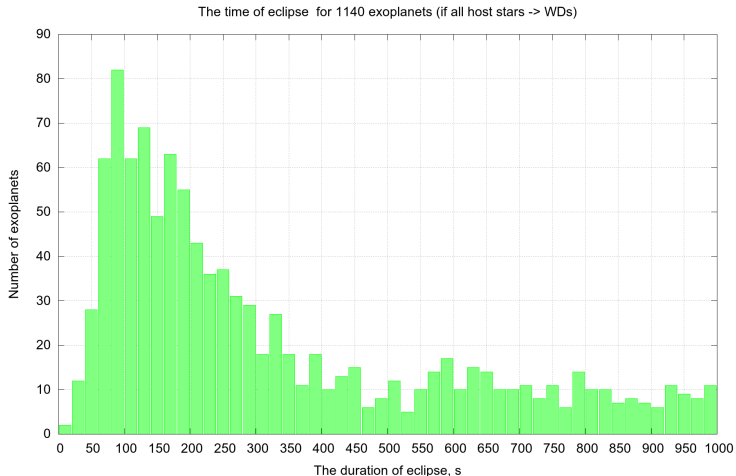


- Розповсюдженість білих карликів (3%-10%)
- Легкість детектування (повне або часткове затемнення)
- Дуже низька світність білих карликів ($10^m - 15^m$)
- Мала тривалість затемнення (хвилини)



Параметри затемнень

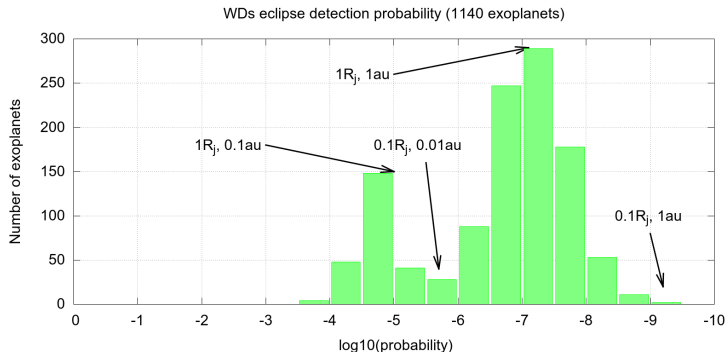
Розподіл часу затемнення для екзопланет з відомими радіусами та орбітами при гіпотетичному білому карлику з $M = 0.6M_{\odot}$ замість реальної зорі.



Ймовірність виявлення моменту затемнення

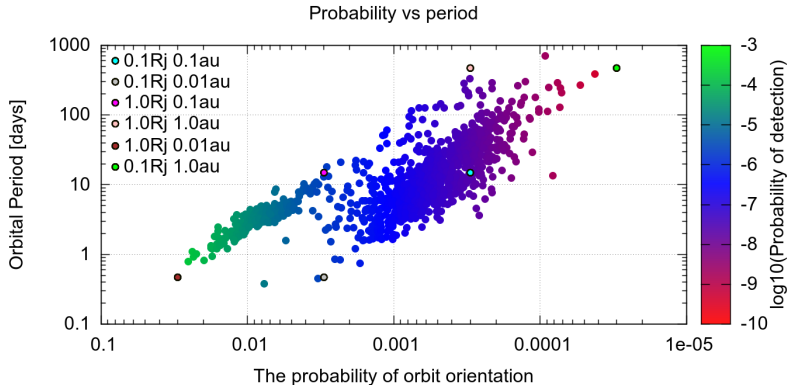
$$\sigma = \underbrace{\sigma_p}_{\sigma_1} \left(\frac{R_p}{2\pi a_p} \right) \underbrace{\left(\frac{2R_p}{\pi a_p} \right)}_{\sigma_2} = \sigma_p \frac{1}{\pi^2} \left(\frac{R_p}{a_p} \right)^2$$

σ_p - ймовірність наявності планети
 σ_1 - відношення часу затемнення до періоду обертання
 σ_2 - ймовірність вдалого нахилу орбіти



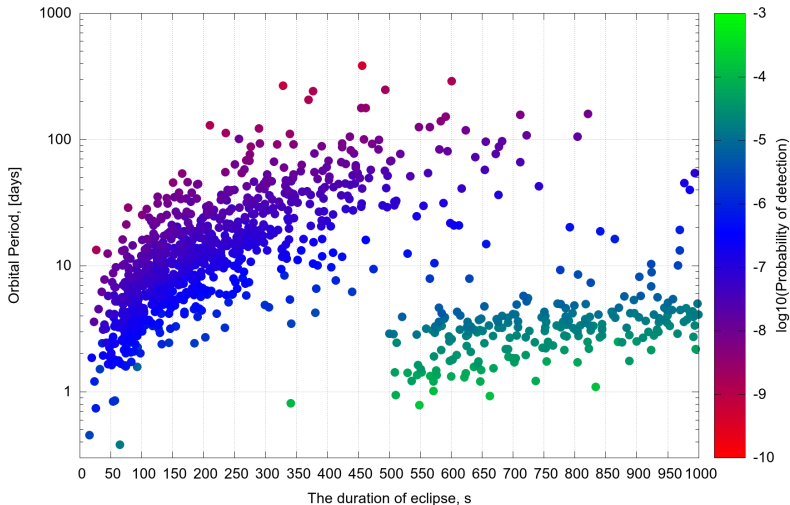
Параметри затемнень

Розподіл часу затемнення для екзопланет з відомими радіусами та орбітами при гіпотетичному білому карлику з $M = 0.6M_{\odot}$ замість реальної зорі.



Параметри затемнень

The eclipse time distribution for 1140 exoplanets (if all host stars -> WDs)



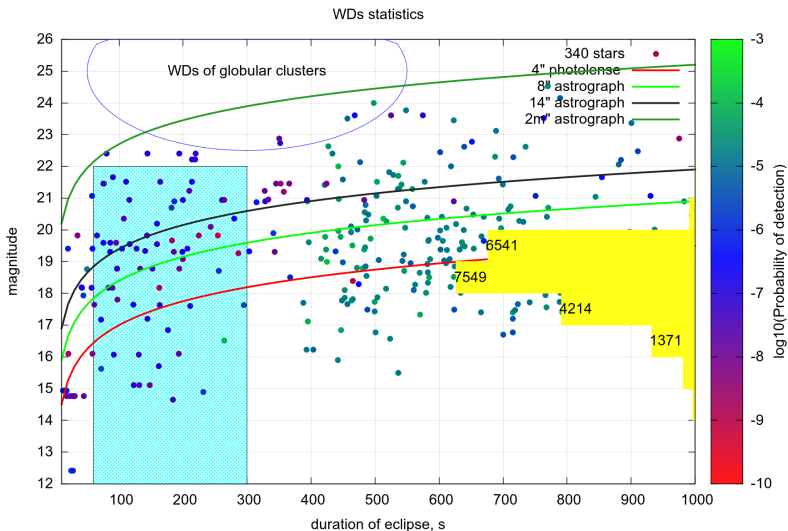
Практична частина

- Що спостерігати?
- Як або чим спостерігати?
- Чи є подібні проекти?

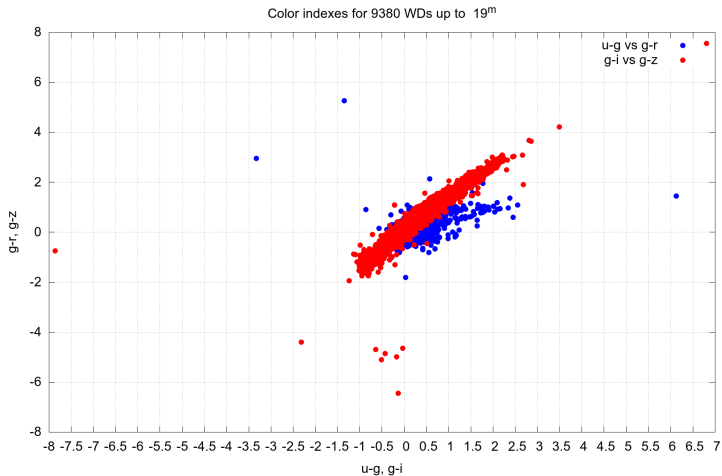
- Загалом відомо близько 40тис. білих карликів до 19^m (для 11 663 кв.гр.) (Kleinman et al., 2013)
- Є проекти з пошуку землеподібних планет в системах білих карликів в межах HZ (Kilic, Agol et al., 2013)



Параметри для огляду WDs



Розподіл білих карликів за індексами кольору

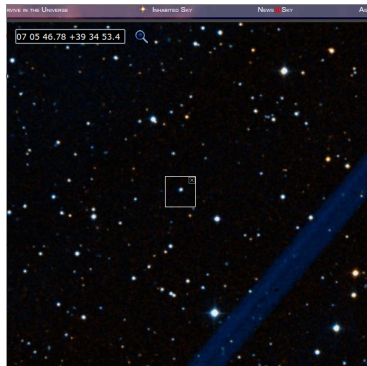


Кандидат №1

SDSS J070546.78+393453.4 → Object Info

(вересень-березень)

name	gmag	umag	rmag	imag	zmag	gmag_extinction
SDSS J070546.78+393453.4	16.51	16.11	16.67	24.37	17.25	0.292130



Observation data

- Constellation:Auriga
- RA:07h05m46.63s
- Dec:+39°35'00.0"
- Apparent magnitude:15.15
- USNO-A2 1275-06748150

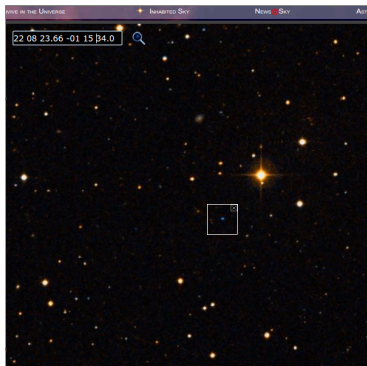
Рис. : sky map.org image.



Кандидат №2

J220823.66-011534.0 → Object Info (липень-вересень)

name	gmag	umag	rmag	imag	zmag	gmag_extinction
SDSS J220823.66-011534.0	21.75	18.42	18.79	19.07	19.84	0.351438



Observation data

- Constellation: Aquarius
- RA: 22h08m23.67s
- Dec: $-01^{\circ}15'33.2''$
- Apparent magnitude: 18.15
- USNO-A2 0825-19561644

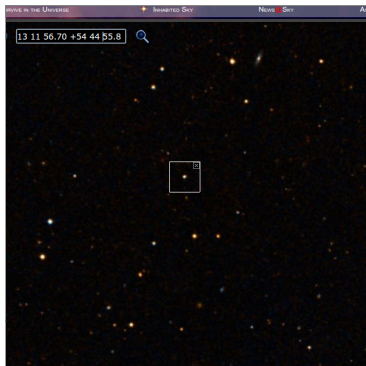
Рис. : sky-map.org image.



Кандидат №3

SDSS J131156.70+544455.8 → Object Info (не заходить)

name	gmag	umag	rmag	imag	zmag	gmag_extinction
SDSS J131156.70+544455.8	18.52	24.65	17.07	16.05	15.49	0.087918



Observation data

- Constellation:Ursa Major
- RA:13h11m56.95s
- Dec:+54°44'54.1"
- Apparent magnitude:16.5
- USNO-A2 1425-07918883

Рис. : sky-map.org image.

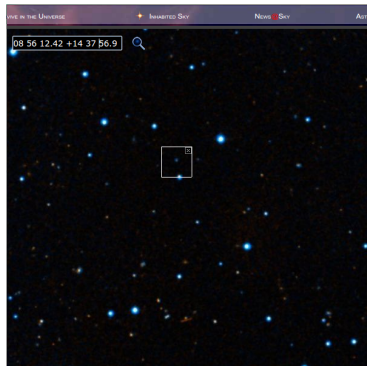


Кандидат №4

SDSS J085612.42+143756.9 → Object Info

(листопад-квітень)

name	gmag	umag	rmag	imag	zmag	gmag_extinction
SDSS J085612.42+143756.9	25.08	23.73	19.81	18.27	17.52	0.165427



Observation data

- Constellation:Cancer
- RA:08h56m12.42s
- Dec:+14°38'00.1"
- Apparent magnitude:18.2
- USNO-A2 0975-06095240

Рис. : sky map.org image.



Інші аналогічні проекти

Kepler K2 Program (2014-2016)

Habitable Planets Around White Dwarfs. M. Kilic et al.

- in Fields 8 and 10 (148 WDs)(Jul 6 - Sep 20, 2016)
- in Fields 8 and 10 (124 WDs)(Jan 3 - Mar 23, 2016)
- in Fields 6 and 7 (68+9 WDs)(Jul 11 - Dec 26, 2015)
- in Fields 4 and 5 (346+28 WDs)(Feb 7 - Jul 11, 2015)
- in Fields 2 and 3 (34+10 WDs)(Aug 22, 2014-Feb 6, 2015)
- in Fields 0 and 1 (85+8 WDs)(Mar 8-Aug 21, 2014)



Варіанти інструментів для огляду

Celestron EdgeHD 1100 + Hyperstar 11" f/2.0 → [Info](#)



Spec

- D=280mm, F=560mm, 14 kg
- corrected field of APS formats
- camera ASI 1600MM-Cool
- FOV: 2.2 sq.degree (3-8 WDs)
- Lim.Mag: 18.6 for 1 min
- Price: 4300 + 1000 + 1200 EUR



Варіанти інструментів для огляду

Celestron Edge HD 800 + Hyperstar 8"f/2.1 → [Info](#)



Spec

- D=203mm, F=425mm, 7 kg
- corrected field of APS formats
- camera ASI 1600MM-Cool
- FOV: 3.8 sq.degree (4-10 WDs)
- Lim.Mag: 18.2 for 1 min
- Price: 1500 + 900 + 1200 EUR



Варіанти інструментів для огляду

Boren-Simon 8"f/2,8 → [Info](#)



Spec

- D=200mm, F=568mm, 7.6 kg
- corrected field of APS formats
- camera ASI 1600MM-Cool
- FOV: 2.1 sq.degree (2-4 WDs)
- Lim.Mag: 18.1 for 1 min
- Price: 1900 + 1200 EUR



Дякую за увагу

Thank you for your attention

