

# **Кинематика ряда изолированных молодых звезд в окрестности ассоциации Скорпиона-Центавра**

**И.С. Потравнов**

**ГАО РАН**

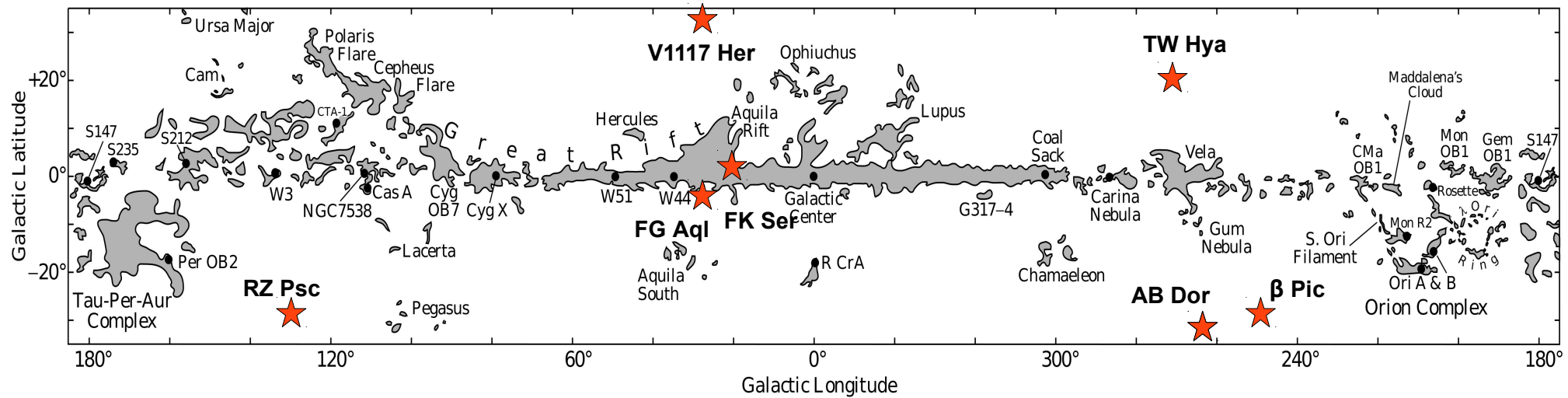
Лаборатория звездообразования

И.В. Соколов, Т.Э. Кондратьева



14.06.2017

Dame et al., 2001

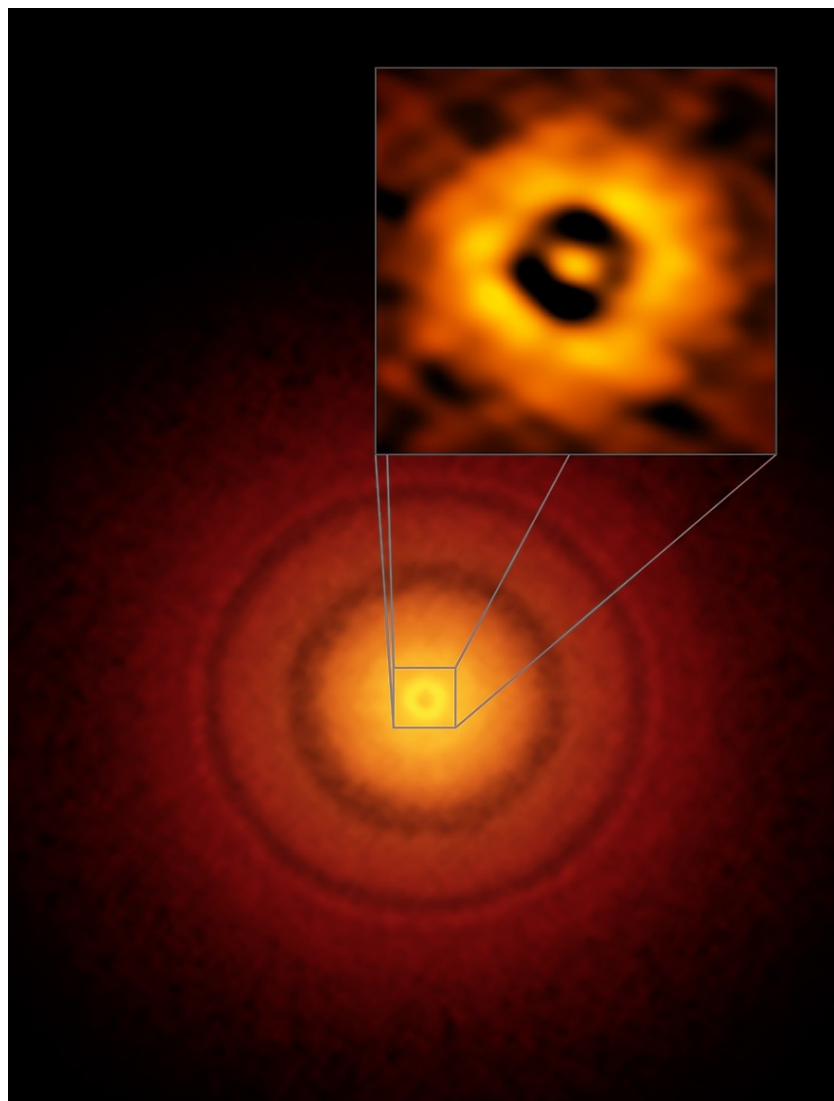


## Изолированные молодые звезды (Herbig, 1978):

- Динамически выброшены из известных областей звездообразования ([Sterzik&Durisen, 1995](#))
- Сформировались *in situ*, в быстро диссипировавших локальных облачках ([Feigelson, 1996](#))
- Члены ближайших к Солнцу молодых кинематических групп (МКГ):  $\beta$  Pic, TW Hya,  $\epsilon$  Cha, AB Dor и др. (обзоры [Zuckerman&Song, 2004](#); [Torrers + 2008](#))

**Члены МКГ — ближайшие и наиболее доступные для изучения звезды с протопланетными дисками.**

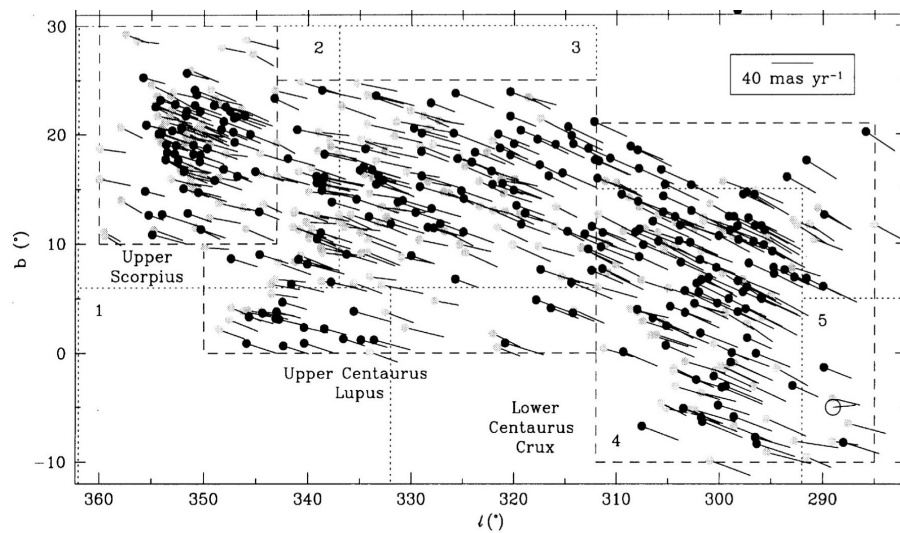
# TW Hya



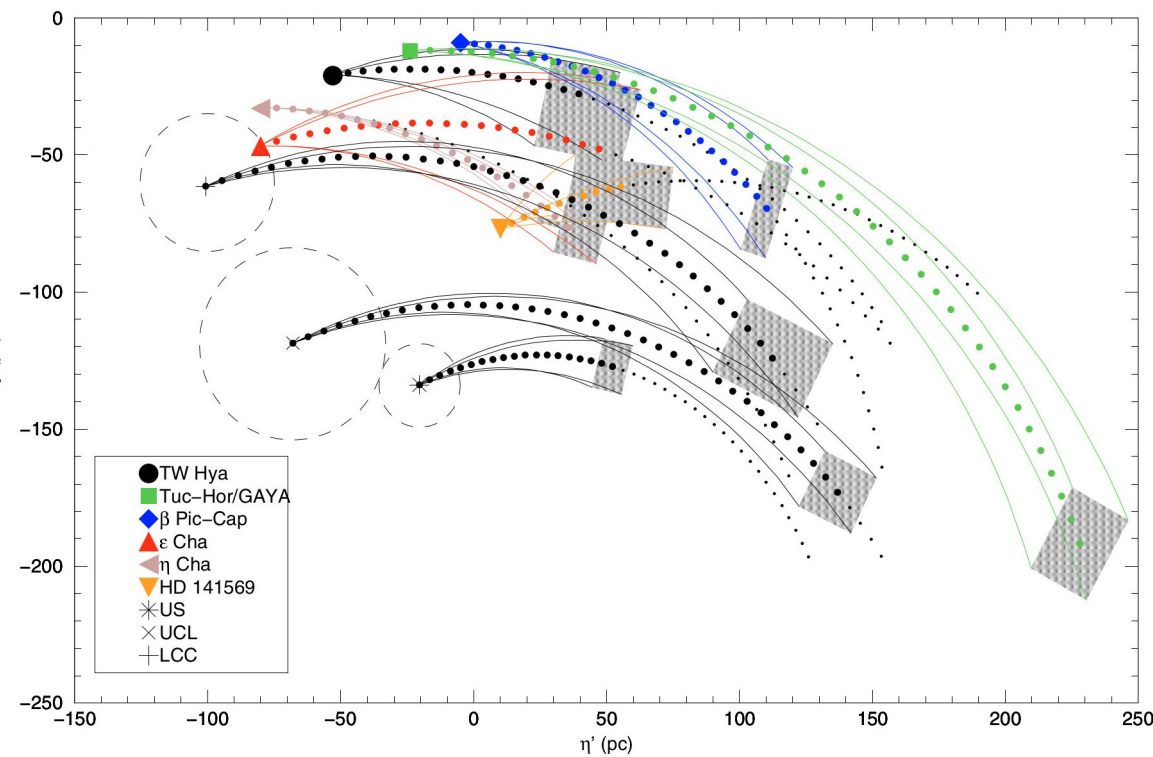
Andrews+ALMA, 2016

# Ассоциация Скорпиона-Центавра и молодые кинематические группы

©Akira Fujii



de Zeeuw+1997

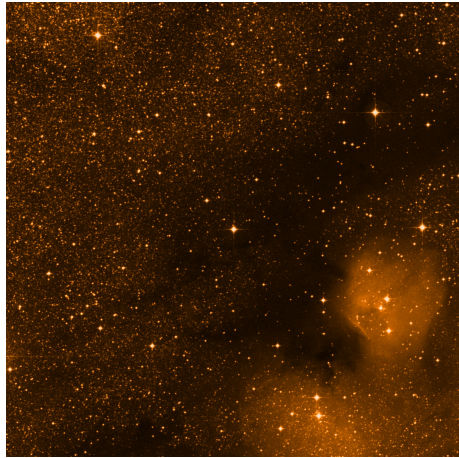


Fernandez+2008

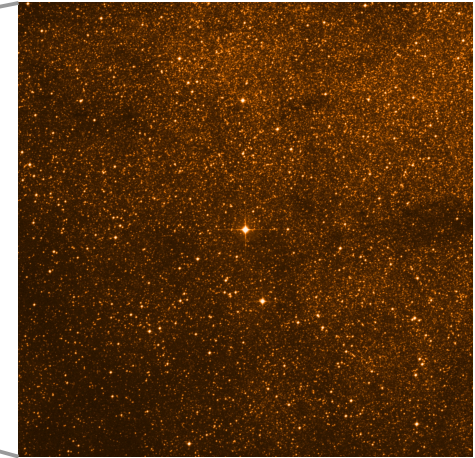
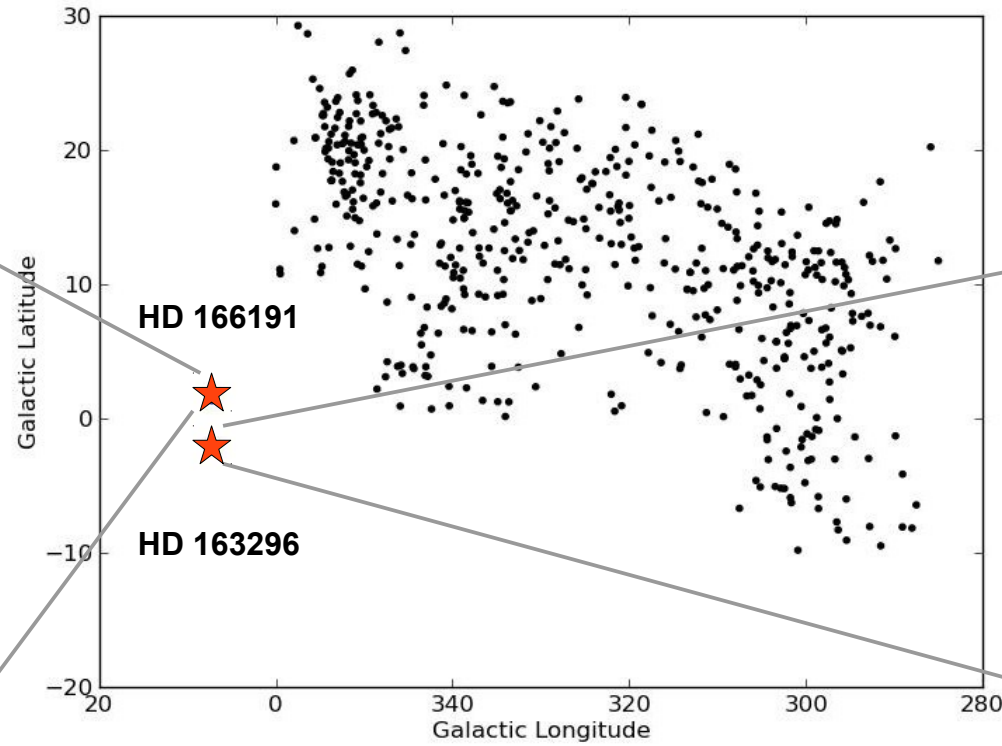


# HD 166191 & HD 163296

DSS2 Red

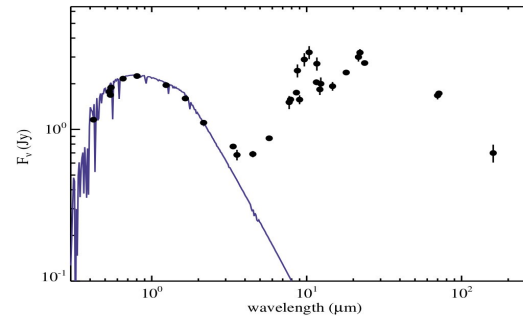


30'



Активная  
Ae звезда Хербига

- sp: F8;  $EW(\text{Li } 6708 \text{ \AA}) = 120 \text{ m\AA}$
- $L_{\text{ir}} / L_{\text{bol}} = 0.10$  (transitional диск)  $\longleftrightarrow$



Schneider et al., 2013; Kennedy et al., 2013



Периферийные звезды ассоциации Sco-Cen или же члены новой кинематической группы?

# Поиск молодых звезд со схожей кинематикой в окрестностях HD 166191



gaia

DR 1 - сентябрь 2016

| Star     | RA (J2000.0)                                        | DEC (J2000.0)    | $\mu_\alpha$ (mas yr <sup>-1</sup> ) | $\mu_\delta$ (mas yr <sup>-1</sup> ) | $\pi$ (mas) | RV (km s <sup>-1</sup> ) |
|----------|-----------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------|--------------------------|
| HD166191 | 18 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup> .3  | − 23° 34′ 00″.26 | −4.869 ± 0.099                       | −39.484 ± 0.056                      | 9.81 ± 0.26 | −8.1 ± 1.3               |
| HD163296 | 17 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> 21 <sup>s</sup> .28 | − 21° 57′ 21″.87 | −7.98 ± 0.94                         | −39.21 ± 0.51                        | 8.43 ± 0.28 | −9 ± 6                   |



| Star     | $U$ (km s <sup>-1</sup> ) | $V$ (km s <sup>-1</sup> ) | $W$ (km s <sup>-1</sup> ) | $X$ (pc) | $Y$ (pc) | $Z$ (pc) |
|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------|----------|----------|
| HD166191 | −5.97 ± 0.99              | −18.78 ± 0.48             | −6.81 ± 0.19              | 101.0    | 13.2     | −3.8     |
| HD163296 | −6.05 ± 5.95              | −22.25 ± 2.12             | −7.42 ± 0.83              | 117.6    | 14.9     | 3.1      |

## Поиск звезд в GAIA DR 1 co-moving звезд:

- Радиус поиска:  $8.2 \leq \pi \pm \sigma \pi \leq 12.2$  (R ~ 20 пк, 11° в проекции на небесную сферу)
- Собственные движения отклоняются не более чем на 10° от HD166191&HD163296

$$\cos(\Phi) > 0.985, \text{ где } \cos(\Phi) = \frac{\mu_l v_{lmg} + \mu_b v_{bmg}}{(\mu_l^2 + \mu_b^2)^{\frac{1}{2}} (v_{lmg}^2 + v_{bmg}^2)^{\frac{1}{2}}} \quad (\text{Lepine \& Simon, 2009})$$

43 звезды

Отбор по кинематической  
принадлежности к Pop. I

16 звезд

Кросс-корреляция с  
RASS II

HD 169142, sp: A5 Ve

BD -18<sup>0</sup>4557, sp: K2 IVe

BD -15<sup>0</sup>5028, sp: G7 IIIe

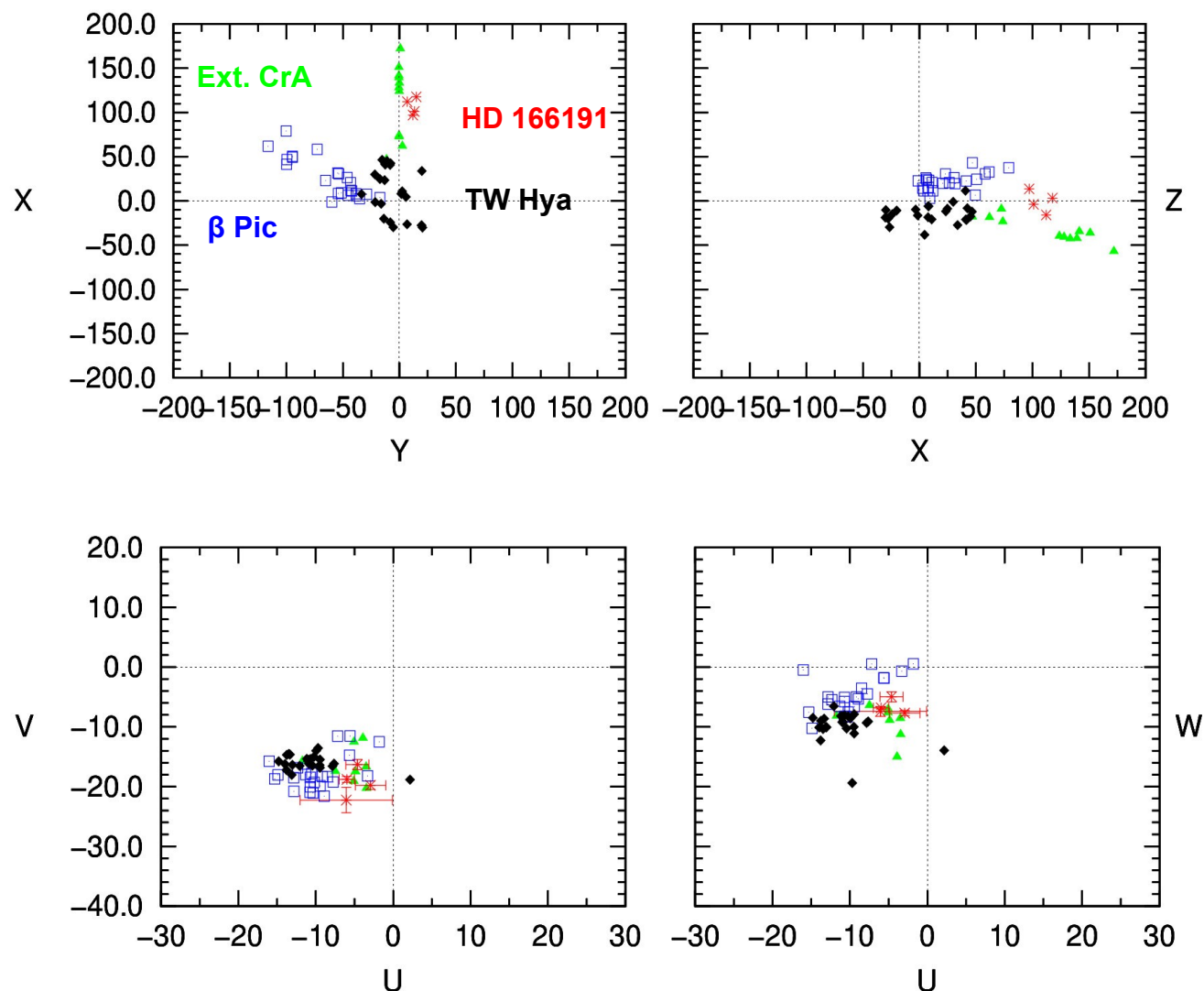
HD 167116 (?), sp: F6 V

...

Подтверждающая оптическая  
спектроскопия:

Терскол, TNO. Весна-лето,  
2017-2018

| Star        | $U$ (km s <sup>-1</sup> ) | $V$ (km s <sup>-1</sup> ) | $W$ (km s <sup>-1</sup> ) | $X$ (pc) | $Y$ (pc) | $Z$ (pc) |
|-------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------|----------|----------|
| HD166191    | $-5.97 \pm 0.99$          | $-18.78 \pm 0.48$         | $-6.81 \pm 0.19$          | 101.0    | 13.2     | -3.8     |
| HD163296    | $-6.05 \pm 5.95$          | $-22.25 \pm 2.12$         | $-7.42 \pm 0.83$          | 117.6    | 14.9     | 3.1      |
| HD169142    | $-2.91 \pm 1.97$          | $-19.77 \pm 0.7$          | $-7.69 \pm 0.44$          | 112.1    | 6.9      | -15.9    |
| BD -18°4557 | $-4.62 \pm 1.48$          | $-16.31 \pm 0.85$         | $-4.97 \pm 0.83$          | 97.03    | 11.9     | 13.6     |



# Галактические орбиты

Эпициклическое приближение  
(Lindblad, 1927)

$$X(t) = X(0) - \frac{V(0)}{-2B} [1 - \cos(\kappa t)] + \frac{U(0)}{\kappa} \sin(\kappa t),$$

$$U(t) = U(0) \cos(\kappa t) - \frac{\kappa}{-2B} V(0) \sin(\kappa t),$$

$$Y(t) = Y(0) + 2A \left[ X(0) - \frac{V(0)}{-2B} \right] t + \frac{\Omega_0}{-B\kappa} V(0) \sin(\kappa t) + \frac{2\Omega_0}{\kappa^2} U(0) [1 - \cos(\kappa t)],$$

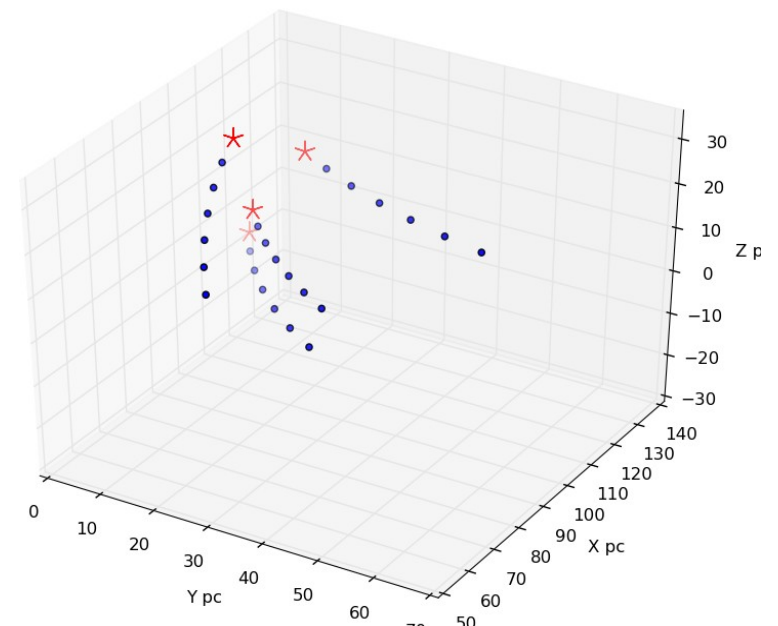
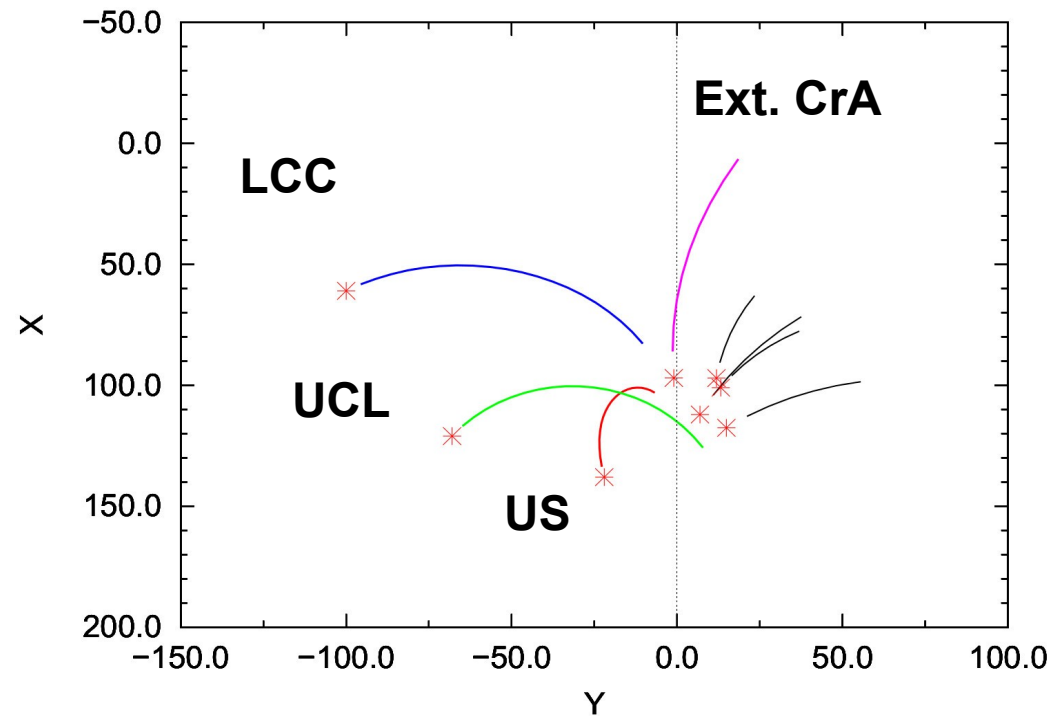
$$k = \sqrt{-4\Omega_0 B}$$

$$\Omega_0 = A - B$$

$$A = 16.9 \text{ km/s/kpc}$$

$$B = -13.5 \text{ km/s/kpc}$$

Fuchs et al., 2006; Бобылев, 2016

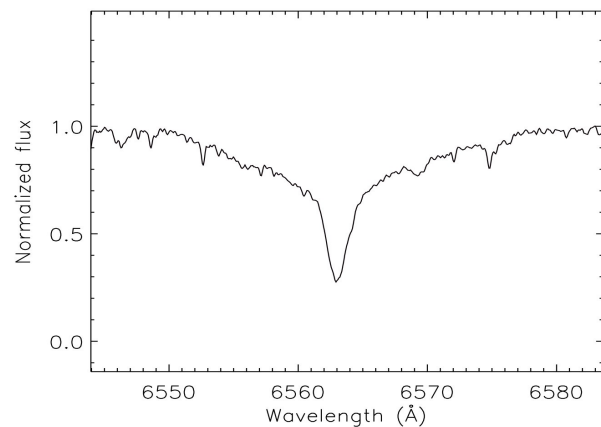
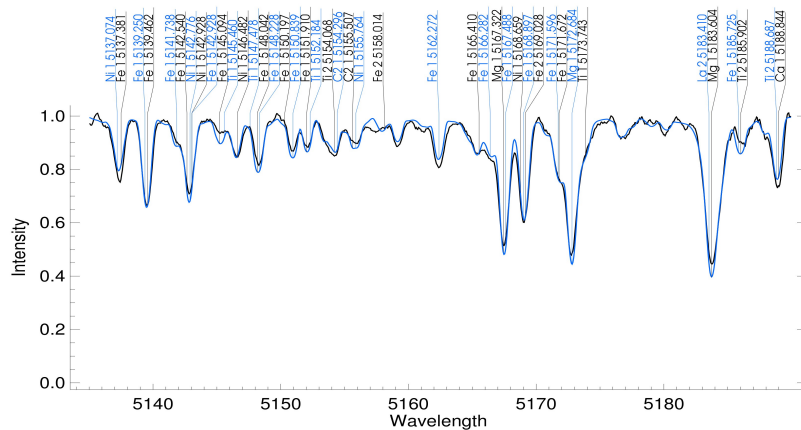




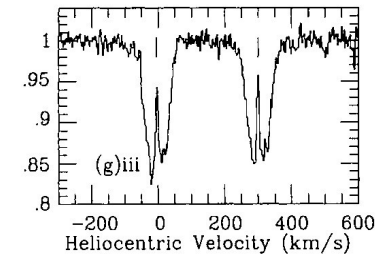
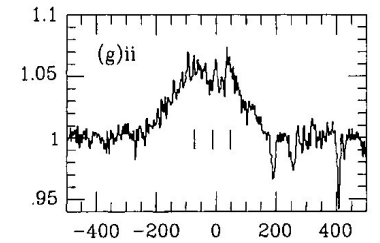
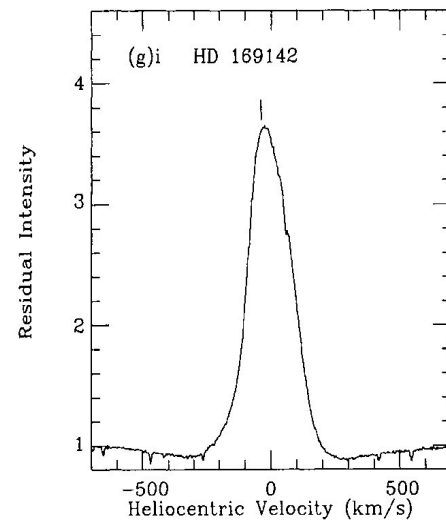
# HD 166191 SME (Valenti&Piskunov, 1996) atmospheric parameters fit:

$$T_{\text{ef}} = 6100 \text{ K}, \lg g = 3.9, [\text{Fe}/\text{H}] = +0.1$$

$$V \sin i = 27 \text{ km/s}, V_r = -7.4 \pm 2 \text{ km/s}$$

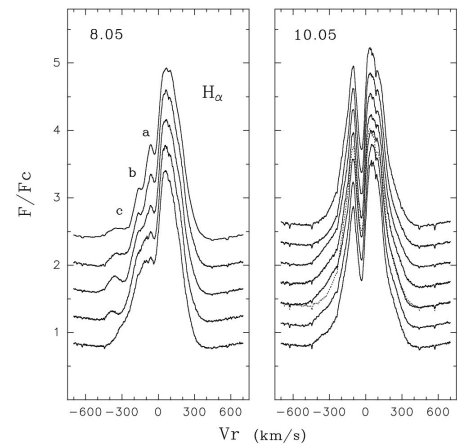


Dunkin+1997



Pogodin+2006

HD163296

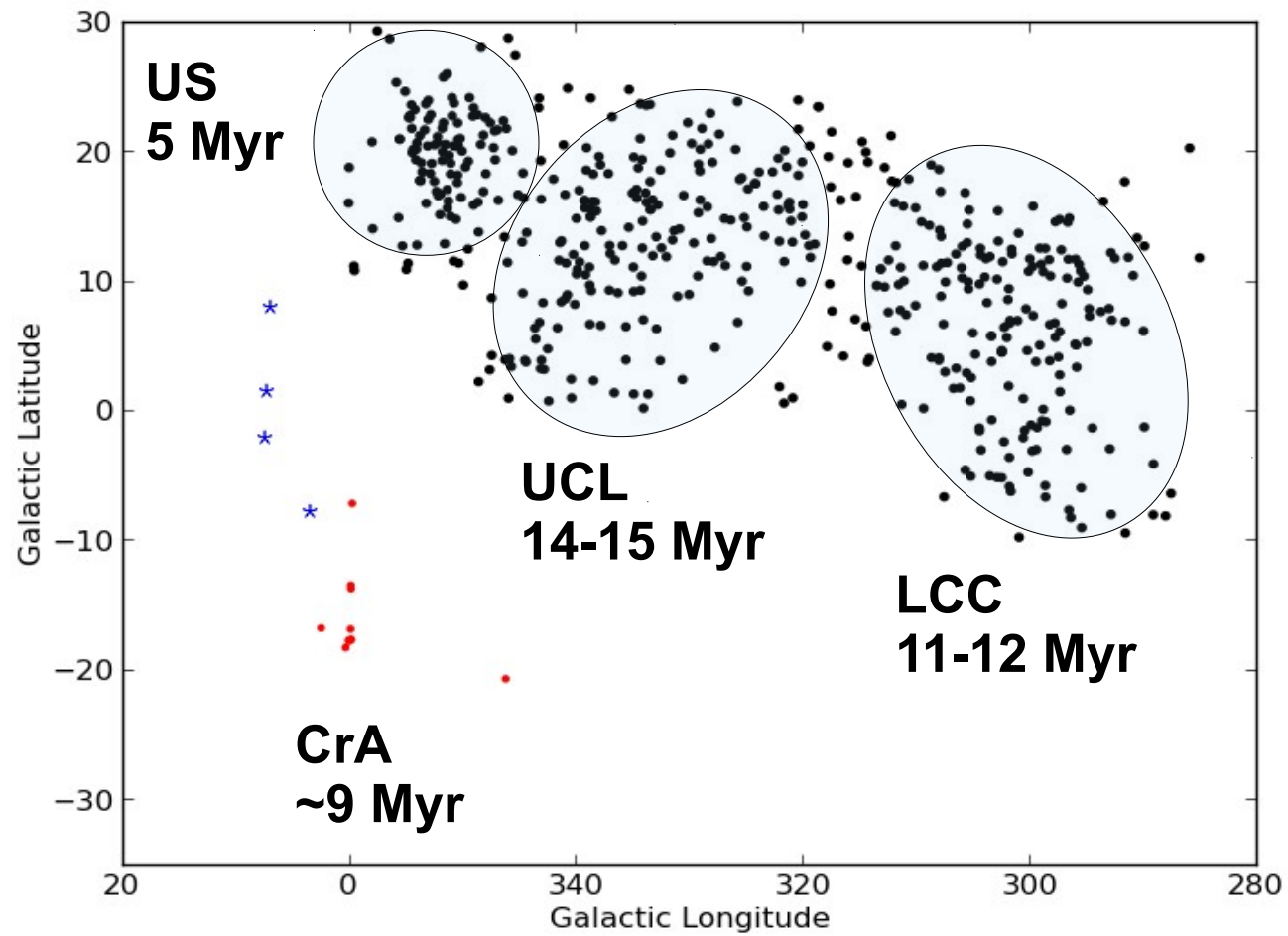


BD -18<sup>0</sup>4557

HD 167116

??

По двум спектрам, полученным на Терсколе в июле 2016 года, нет спектральной переменности. Нет признаков околозвездного газа.



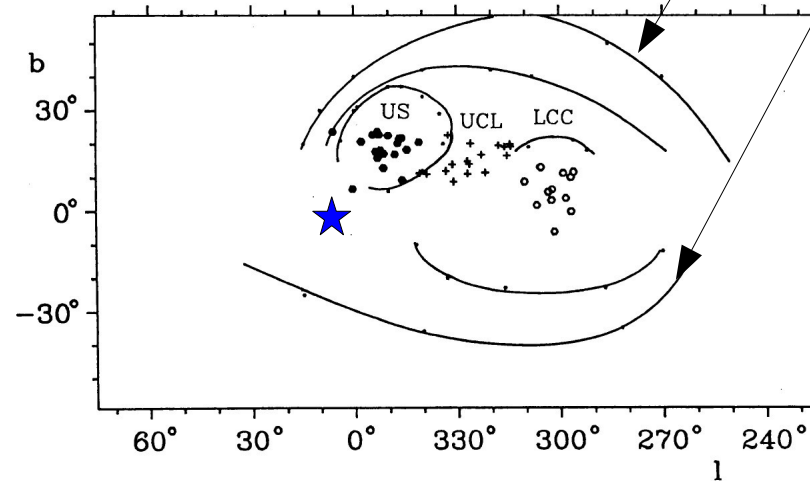
H I shells

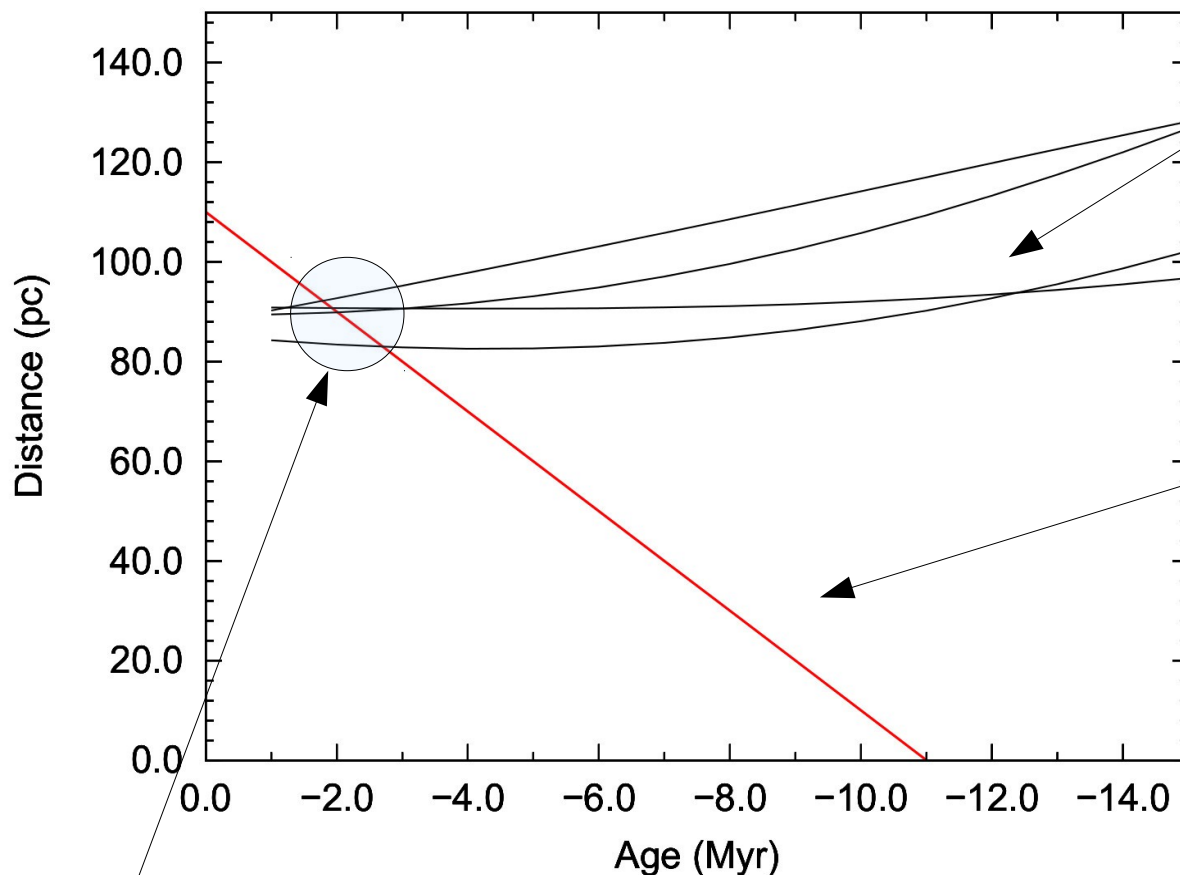
de Geus, 1992

SN B UCL:

$V_{\text{exp}} \sim 10 \text{ km/c}$

Age  $\sim 11 \text{ Myr}$





Расстояние звезд  
выборки до UCL

**SN в UCL:**

$V_{\text{exp}} \sim 10 \text{ км/с}$

Age  $\sim 11 \text{ Myr}$

$t \sim -2-3 \text{ Myr}$



Противоречие! Возраст HD 166191, HD 163296 и HD 169142 больше. **5, 5 и 13 Myr** соответственно (Schneider +2013; Alecian+ 2013).

Но! Neuhauser+2000: большой разброс возрастов в ext. CrA. От  $< 3 \text{ Myr}$  до  $\sim 10 \text{ Myr}$ .

# Заключение

- Изолированные молодые звезды HD166191, HD163296, HD169142, BD -18<sup>0</sup>4557 образуют кинематически обособленную группу. Существует еще ряд кандидатов, требующих спектрального подтверждения.
  - Реконструкция галактических орбит в прошлое показывает, что звезды группы не образовались ни в одной из подгрупп Sco-Cen, а, как и в настоящее время, находились на периферии комплекса.
  - В прошлом звезды не образовывали плотного скопления. Вероятен сценарий звездообразования в локальных облачках.
  - Звезды группы демонстрируют заметно разный уровень спектральной активности.
- 
- Возраст звезд?
  - Генетическая связь «группы HD 166191» с ext. CrA?
  - Механизм, стимулировавший звездообразование?