

Звезды типа UX Ori и их ближайшее окружение

В.П. Гринин

Пулковская Астрономическая Обсерватория

СОДЕРЖАНИЕ

Наблюдательные свойства

Фотополяриметрическая активность

ИК избытки, околовзвездные диски

Циклы активности

Заключение

Обзоры: Grinin 2000, in *Disks, Planetesimals and Planets*,
Natta, Grinin & Mannings (2000) *Protostars and Planets IV*



Участники программы: (1986-

Н.Н.Киселев, Н.Х.Миникулов, Г.П.Чернова,
Н.Н.Вощинников (<1991)

А.В.Бердюгин (<1990)

А.Н.Ростопчина, Д.Н.Шаховской, О.В.Козлова (1990-

Л.В.Тамбовцева (1994-

В.И.Шенаврин (2001-

С.Г.Сергеев (2003-

А.А.Ломач (2003-

P.S.The- AI, Amsterdam

A.Natta - Arcetri,

V.Mannings – SIRTf

C.Grady – NASA,

B.Rodgers (GEMINI)

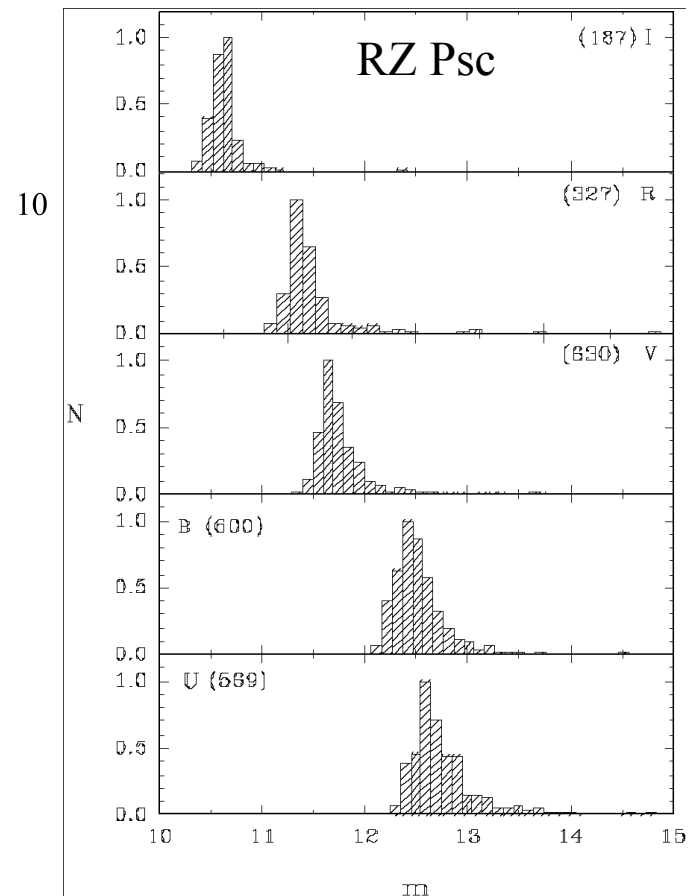
Наблюдательные свойства

Бурная фотометрическая активность
(Паренаго, Хоффмейстер, Холопов)

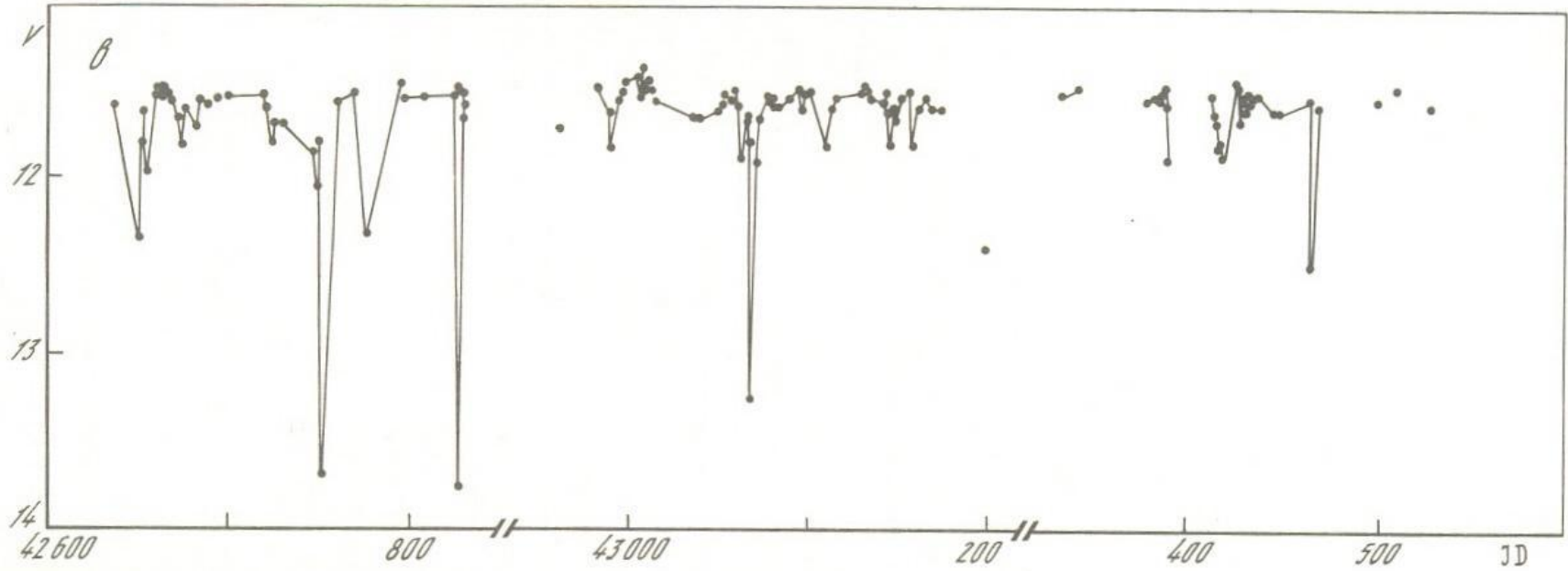
$$\Delta V = 2 - 3^m$$

Гистограммы активности

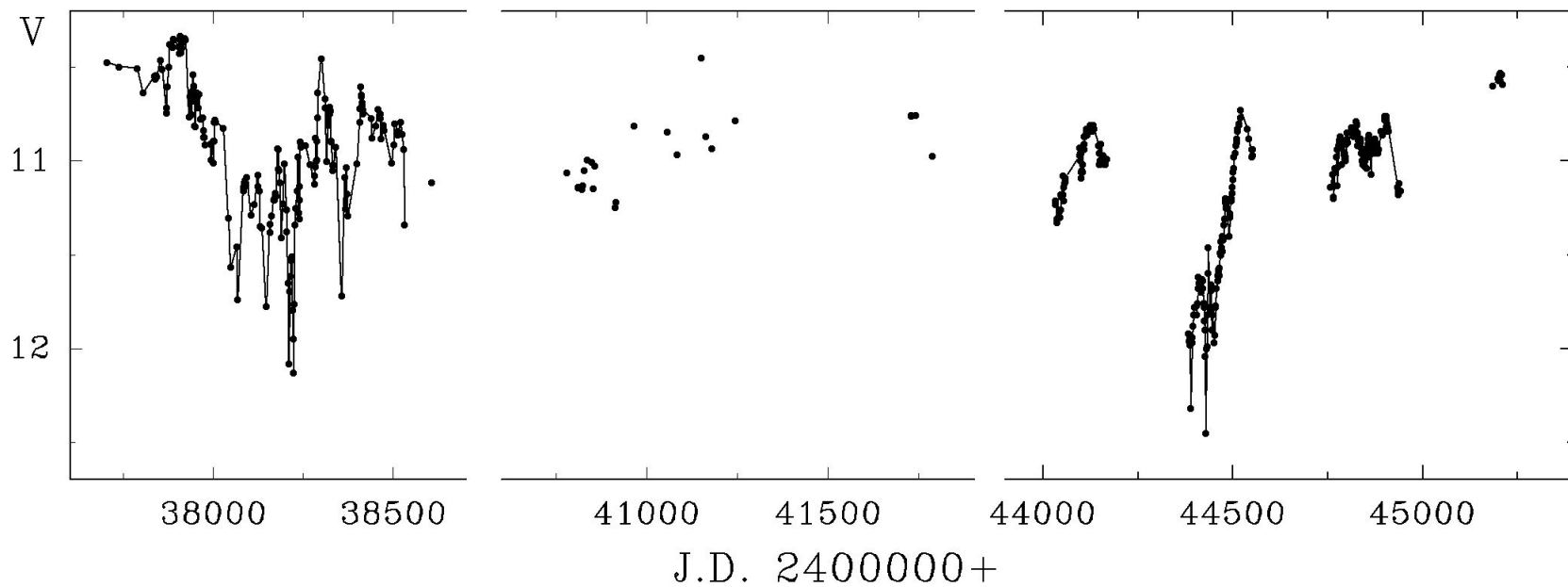
- Эмиссия в $H\alpha$
- ИК избытки (пыль)
- Спектральный класс:
A – F, G
- Возраст $10^5 - 10^6$ лет



RZ Psc Зайцева (1985)



SV Cep



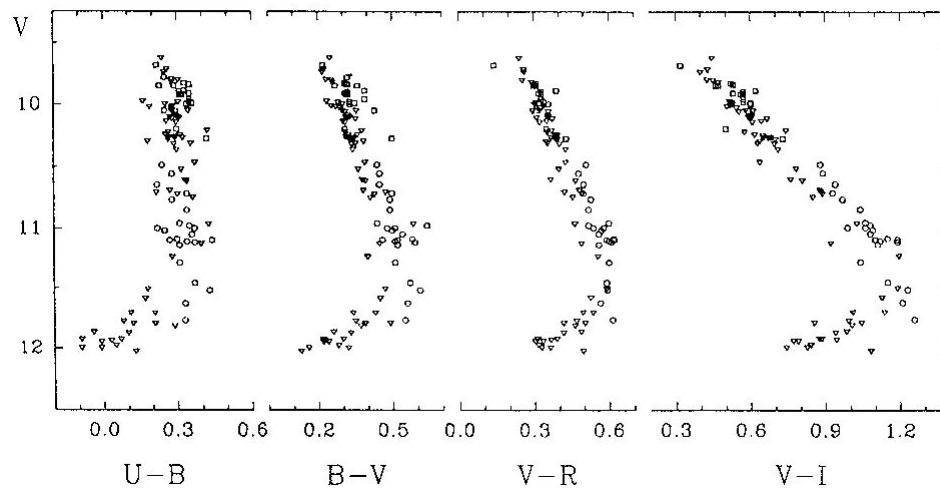
Фотометрическая и поляриметрическая активность

-“*blueing effect*” : Гетц и Венцель (1968) – CQ Tau
Зайцева (1973) – UX Ori

Herbst et al. (1983): “These “blueing” trends make interpretation of the variability based on the dust obscuration implausible”.

UX Ori

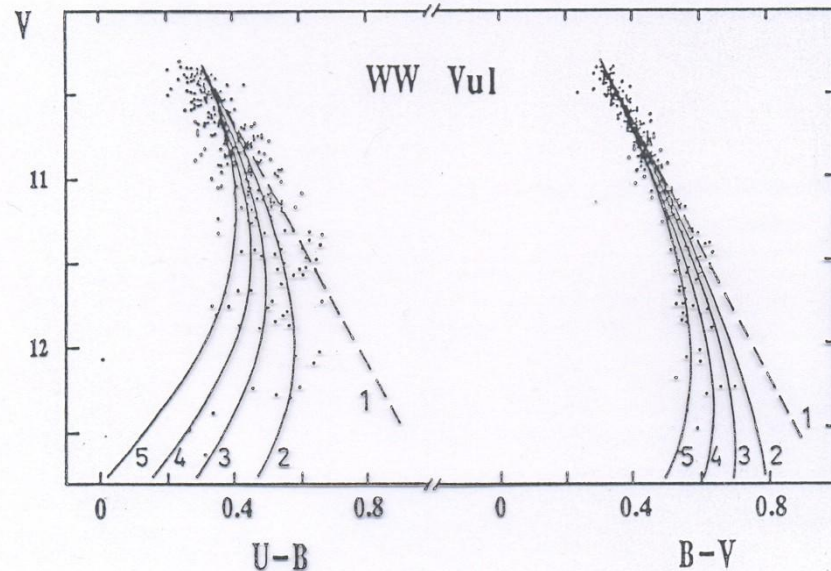
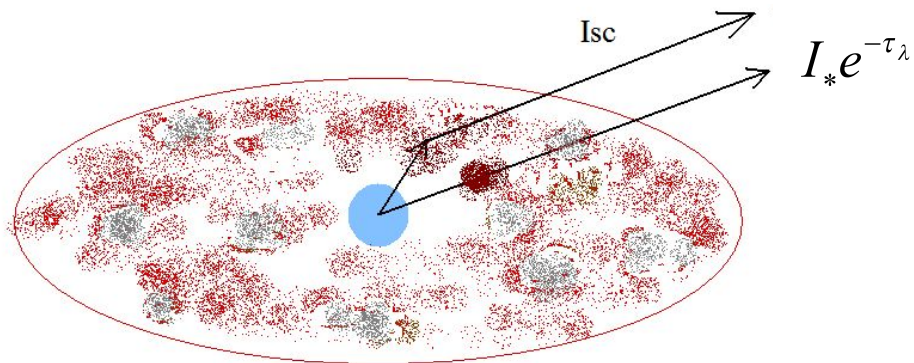
Grinin et al. (1994)



Современная интерпретация: **коронографический эффект**

рассеянное излучение околозвездных дисков (Гринин 1986)

$$I_{obs} = I_* e^{-\tau_\lambda} + I_{sc}$$



$$(\Delta m)_{\max} = 2.5 \log \frac{I_* + I_{sc}}{I_{sc}}$$

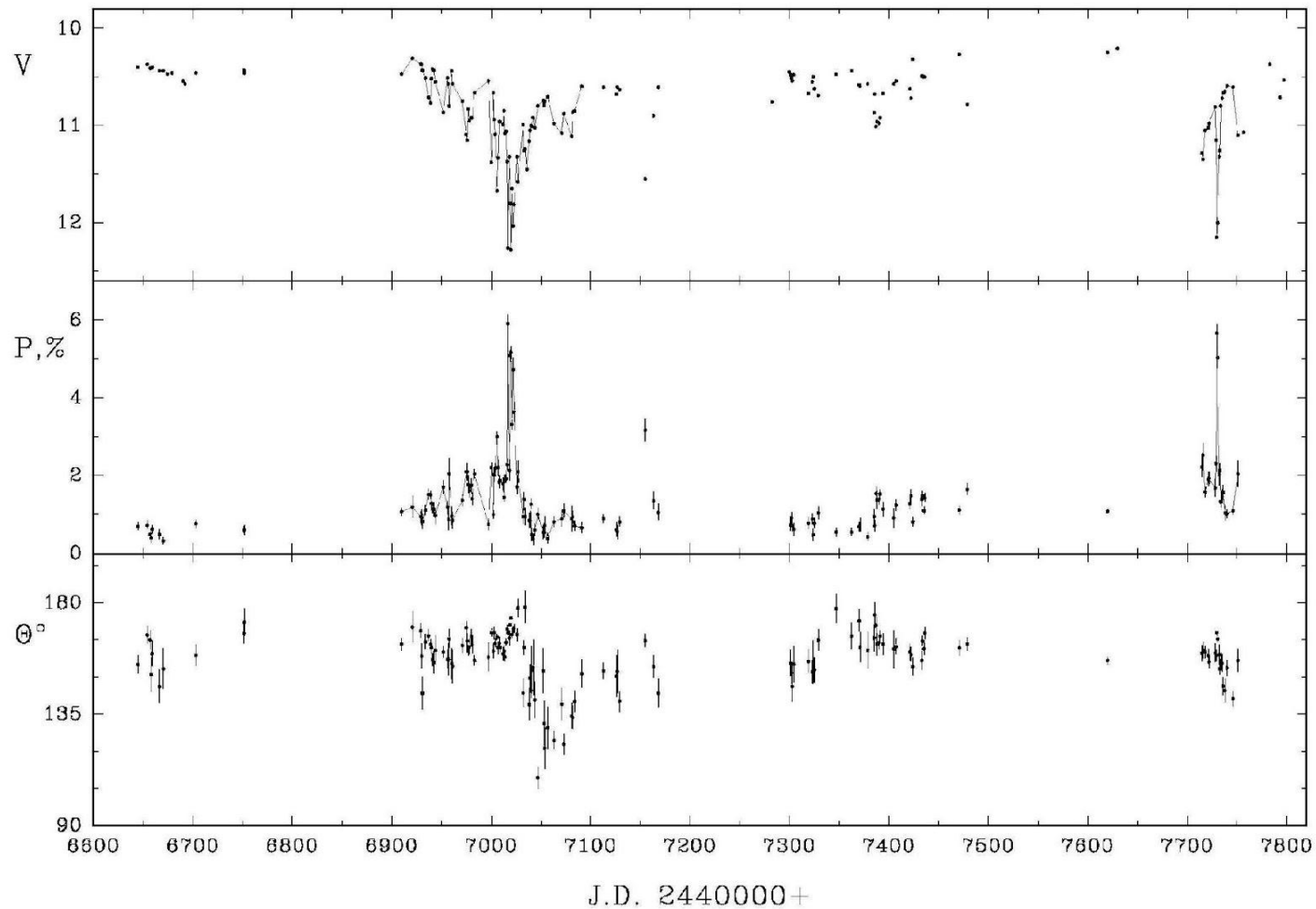
$$P_{obs} = P_{IS} + P_{IN}(\Delta m)$$

$$P_{IN}(\Delta m) = P_{IN}(0) \times 10^{-0.4\Delta m}$$

Наблюдательный тест: анти-корреляция между блеском и линейной поляризацией

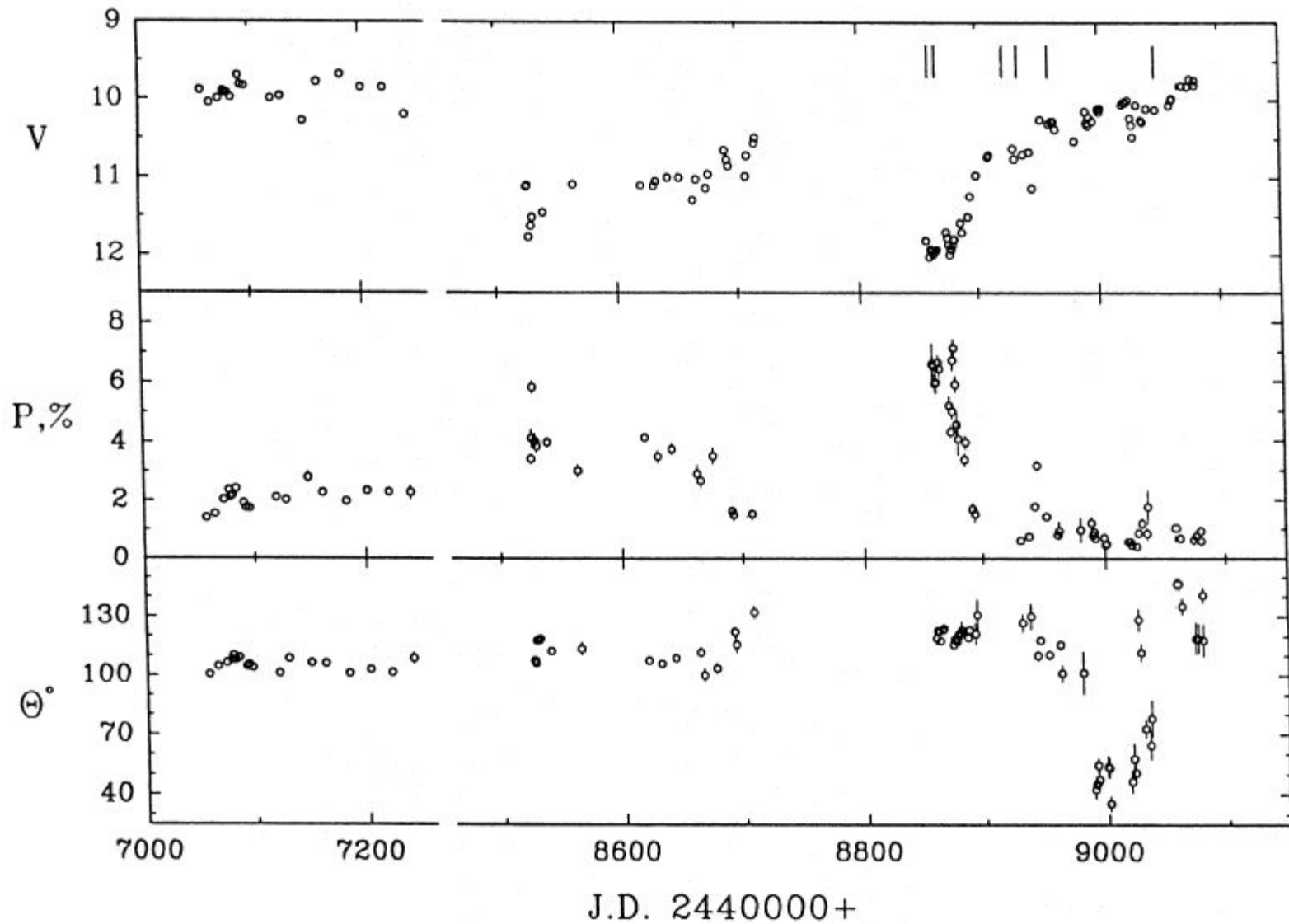
Фотополариметрическая активность

WW Vul Гринин и др. 1988; Бердюгин и др. 1991



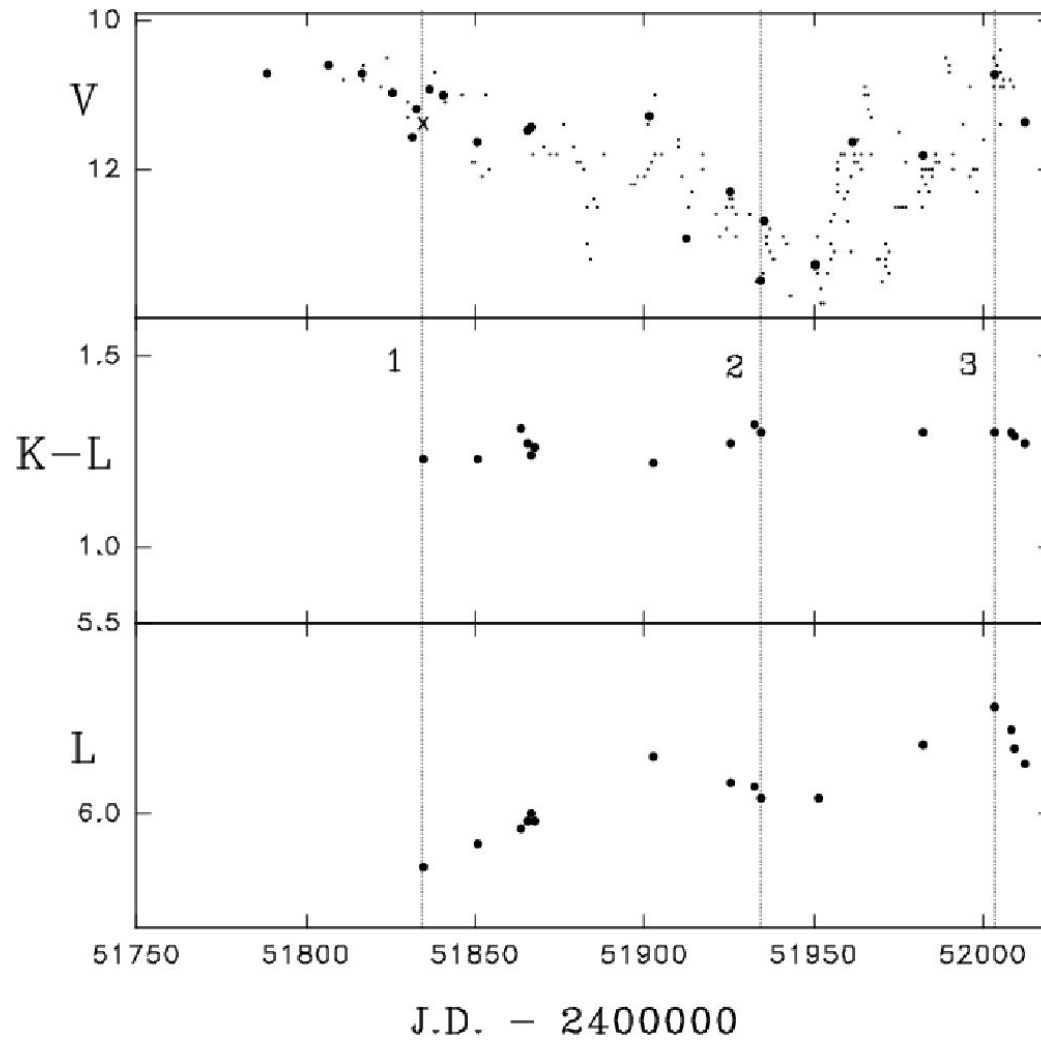
UX Ori

Grinin et al. (1994)



RR Tau

Гринин, Шаховской, Шенаврин и др. (2002)



$$T_d \approx 1200K;$$

$$R_{cl} \approx 1a.e.$$

$$M_d \approx 7 \cdot 10^{22} g.$$

VX Cas

P_{is}	$\sigma_{P_{is}}$	P.A. $_{is}$	$\sigma_{P.A.}_{is}$	$P_{in}(0)$	$\sigma_{P_{in}}$	P.A. $_{in}(0)$	$\sigma_{P.A.}_{in}$
%	%	%	%	%	%	%	%
0.95	0.06	64.2	1.7	0.42	0.03	117.8	2.3
0.78	0.04	68.7	1.2	0.35	0.02	121.6	1.6
0.98	0.05	62.6	1.5	0.59	0.03	124.7	1.7
0.68	0.04	69.4	1.8	0.40	0.03	126.3	2.0
0.40	0.08	68.6	5.5	0.57	0.06	121.3	2.9

$$P.A.(lp) + 90 = P.A.(disk)$$

Численное моделирование:
Вощинников & Гринин (1991):

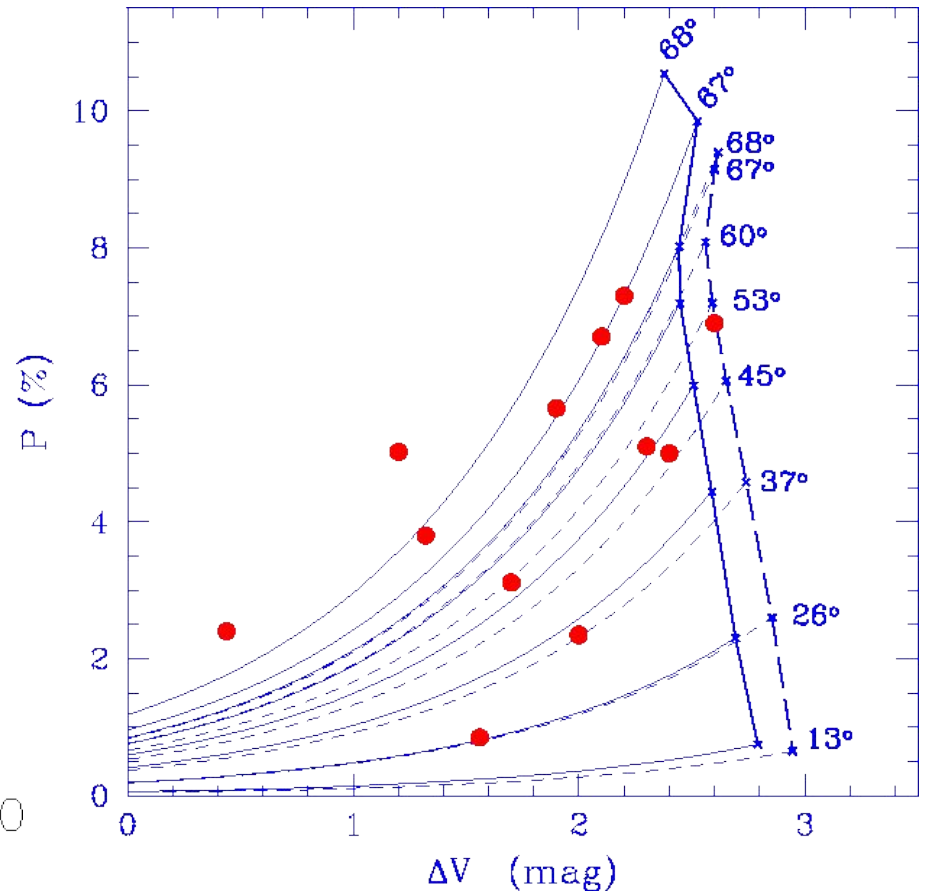
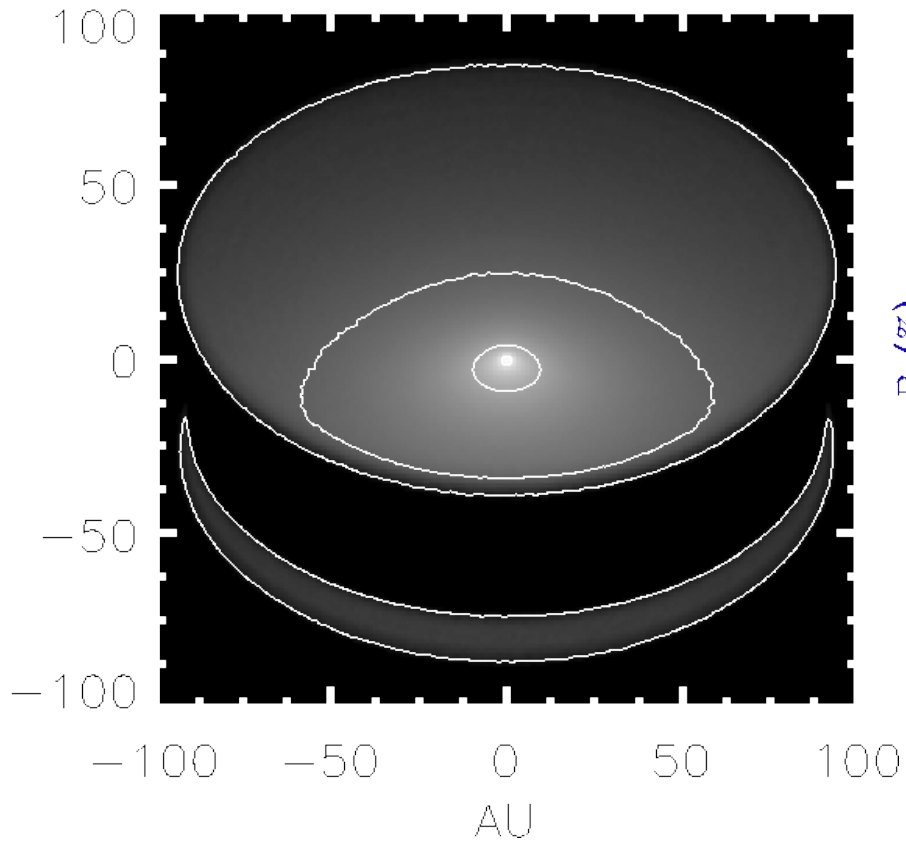
$$MRN, a_{\min} \approx 0.05 \mu; a_{\max} \approx 0.25 \mu$$

$$M_{обл} \approx 10^{19} - 10^{20} \text{ г},$$

$$R_{обл} \approx 0.5 a.e.$$

Natta & Whitney (2001)

V band (0.55 micron)

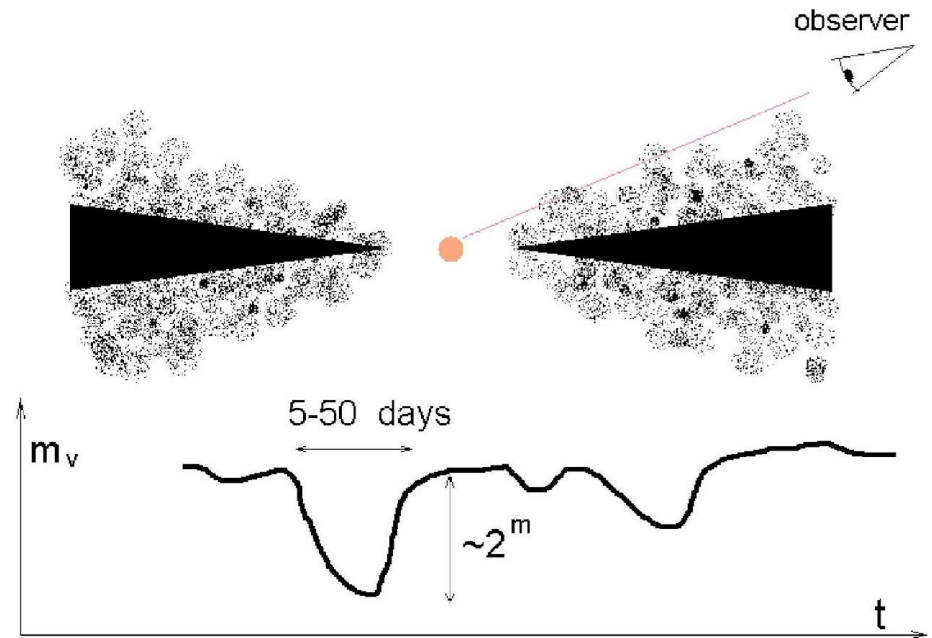


Резюме (Grinin et al. 1991): звезды типа UX Ori – это молодые звезды с околозвездными дисками, которые отличаются от фотометрически спокойных молодых звезд таких же спектральных типов лишь ориентацией околозвездных дисков. Переменность их блеска вызвана изменениями околозвездной экстинкции на луче зрения. В глубоких минимумах преобладает рассеянное излучение околозвездной пыли, при этом наблюдаются сильные флуктуации I_{sc} .

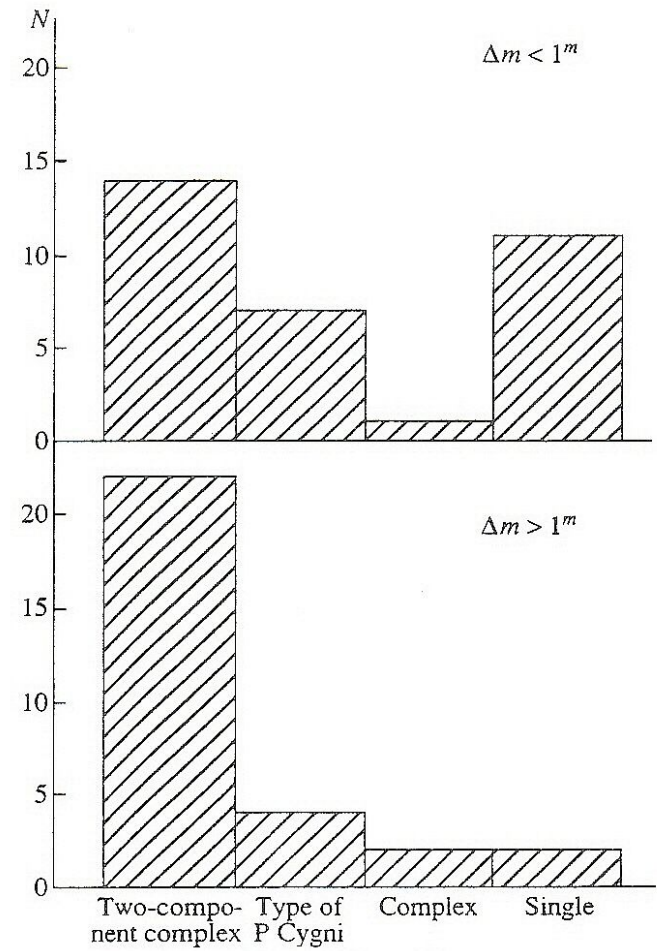
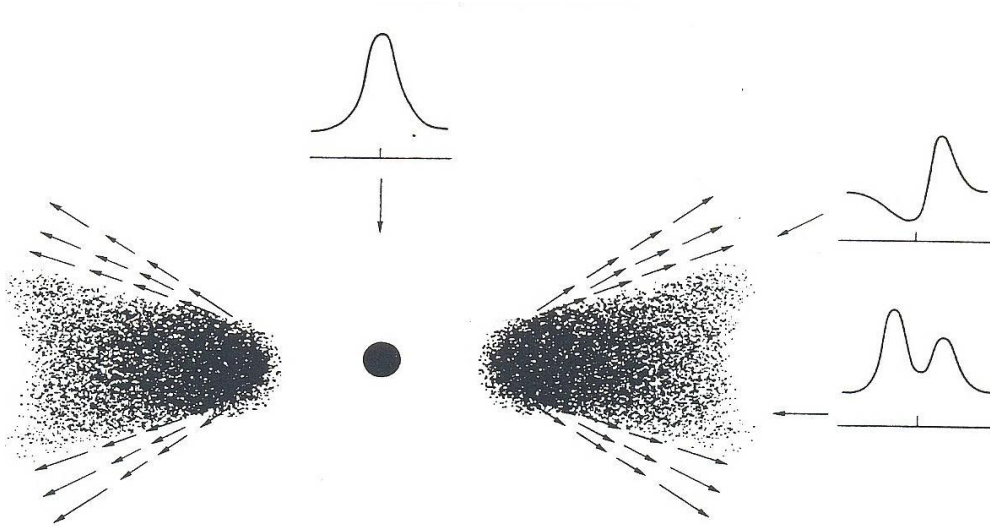
R CrB:

Ефимов (1990)

Пугач (1991)



Гринин & Ростопчина (1996)



Спектральная переменность

Grinin et al. 1994 UX Ori

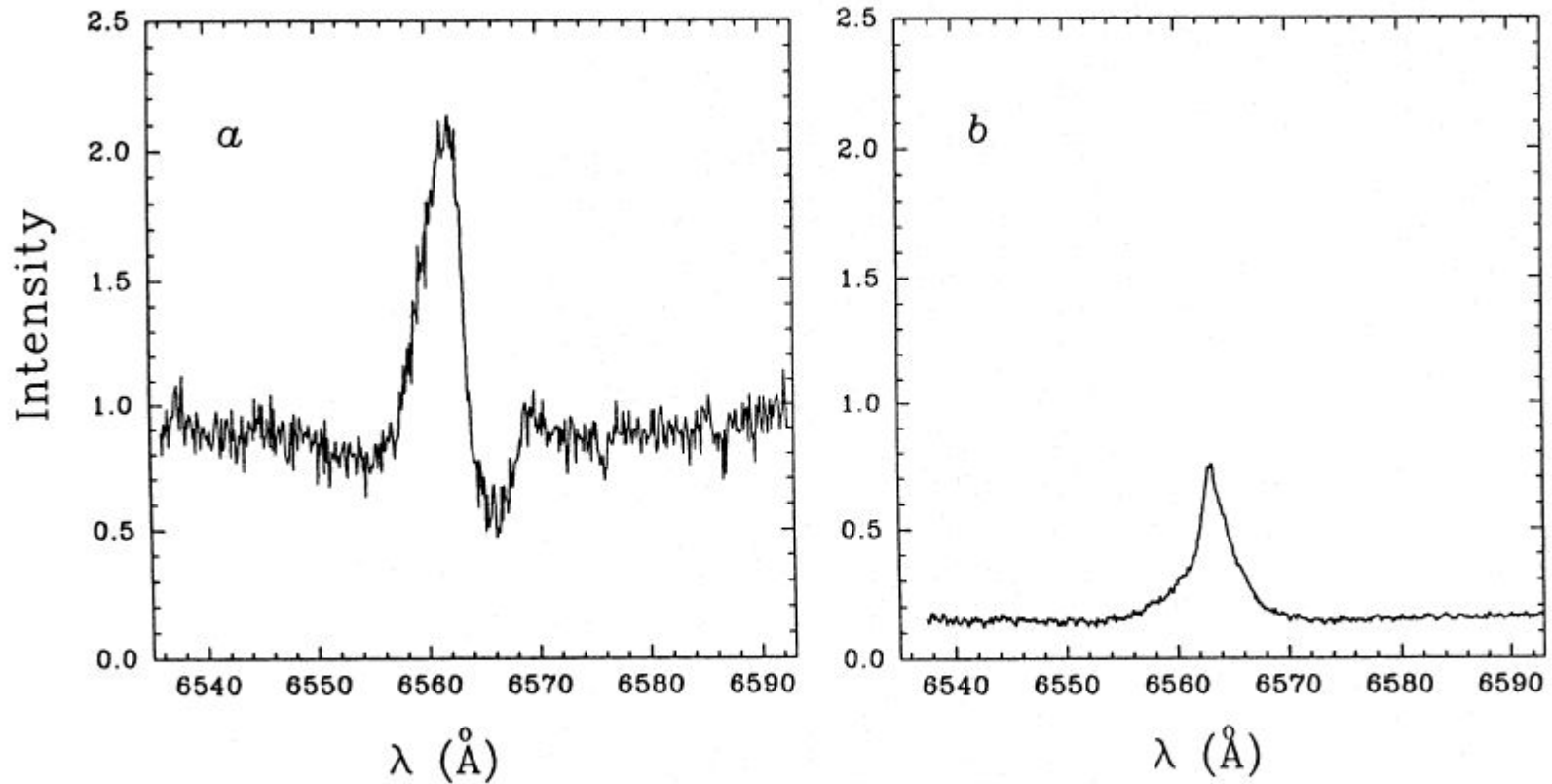
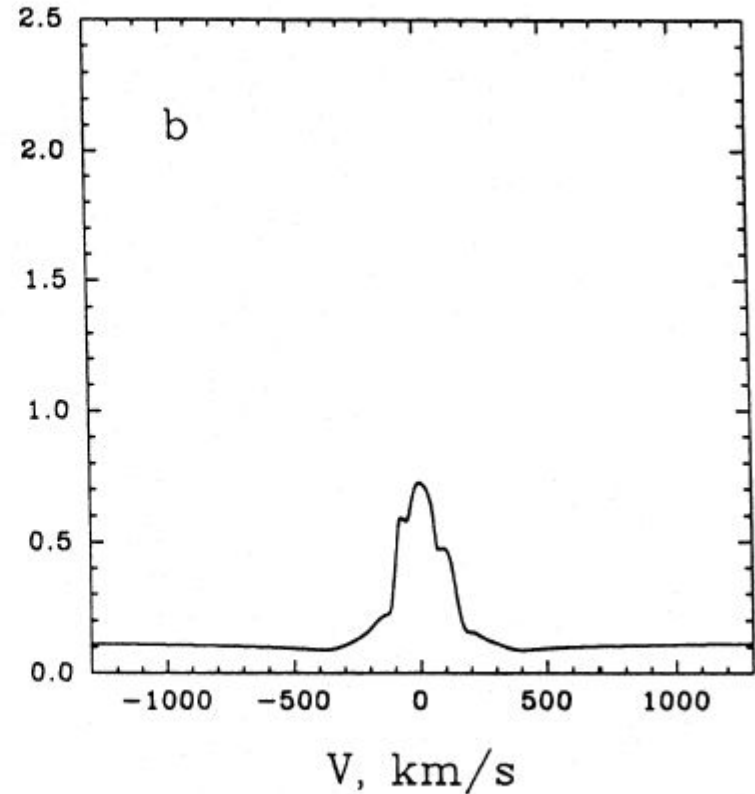
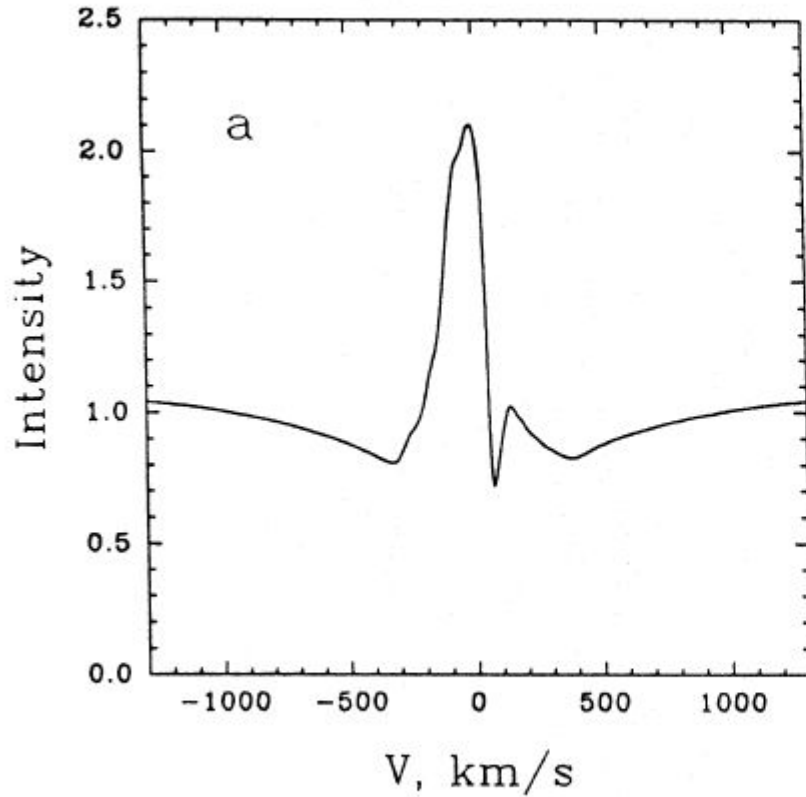


Fig. 3a and b. The H α line in the spectrum of UX Ori: a) at its bright state (CAO, March 1, 1993, $V = 10^m 09$), and b) in its deep minimum (ESO, September 1, 1992, $V = 11^m 95$). The vertical scales in both spectra are normalized in the same energetic units by using simultaneous photometry

Grinin, Tambovtseva (1995)

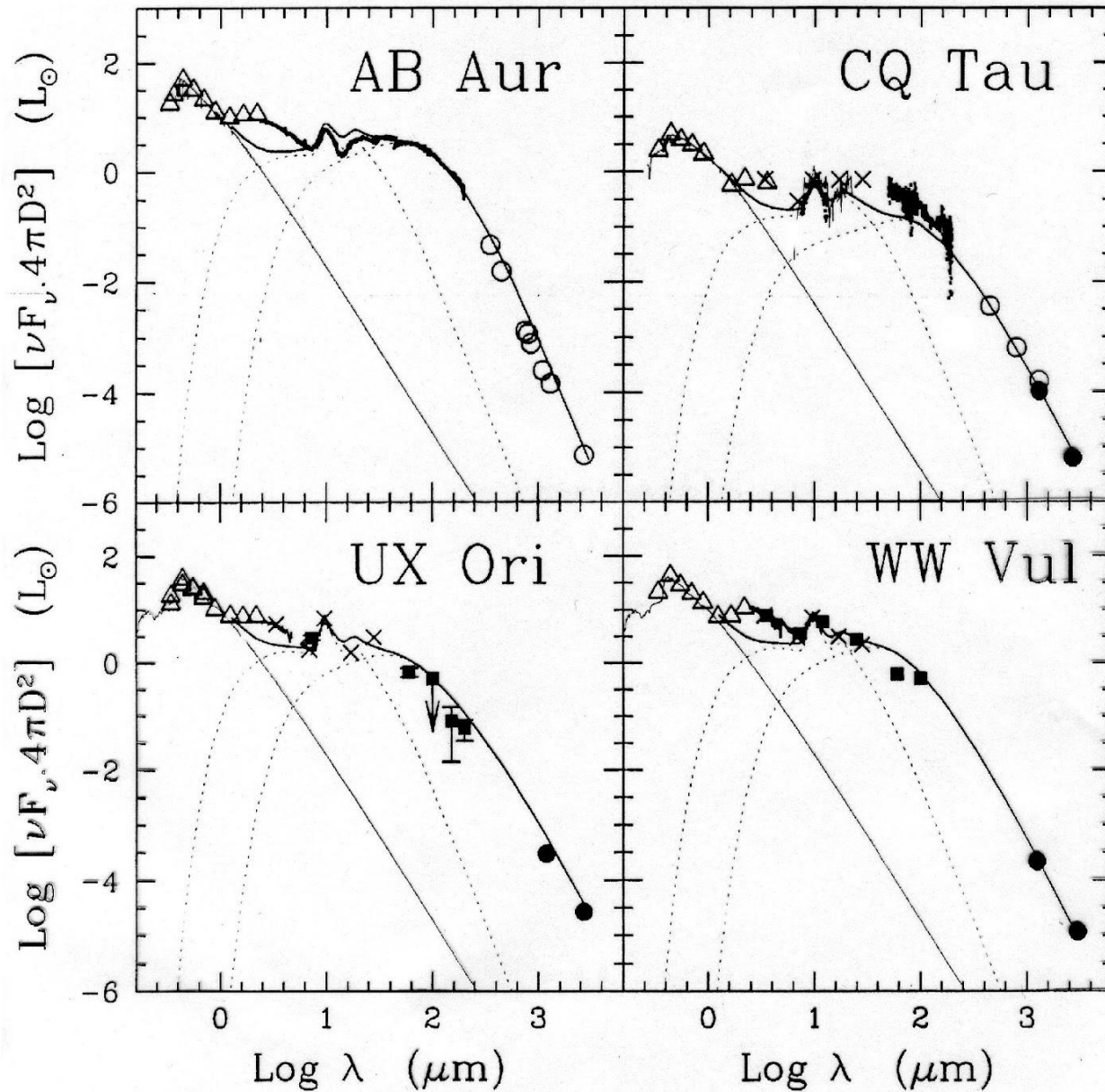


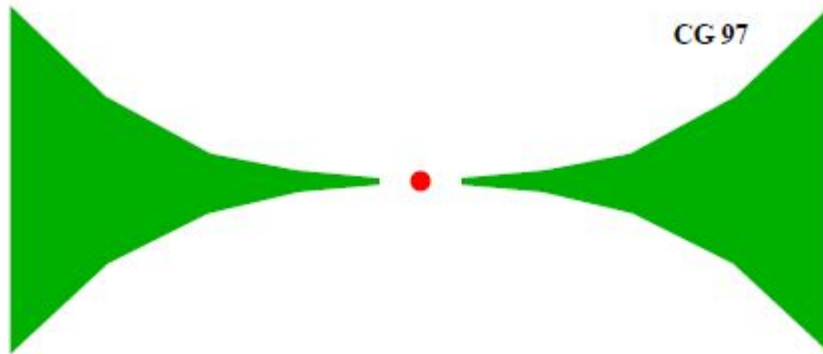
$$\dot{M}_a \approx 10^{-8} M_{sun} / yr$$

Тамбовцева и др. 2001,
Muzerolle et al. 2004

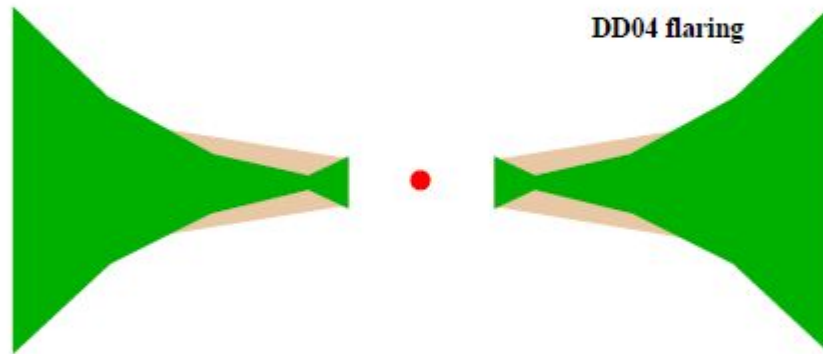
Herbst & Schevchenko 1999: Fuor-like activity

Natta et al. (2001): **ISO**

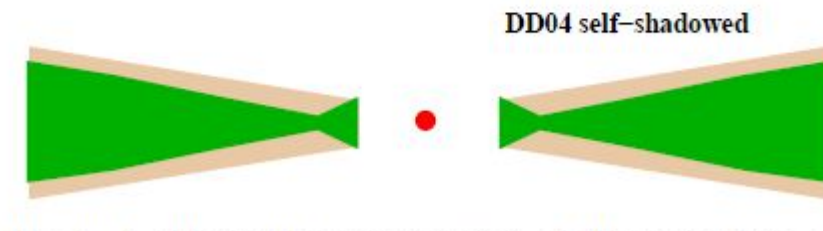




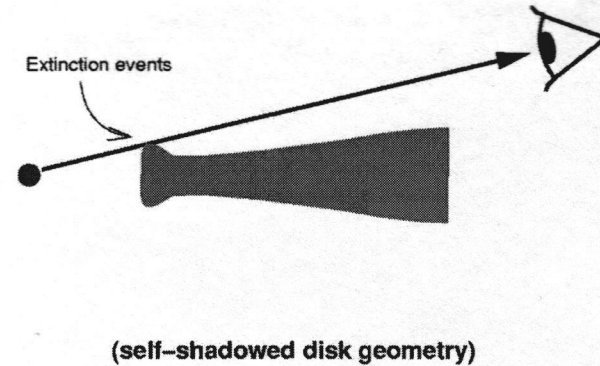
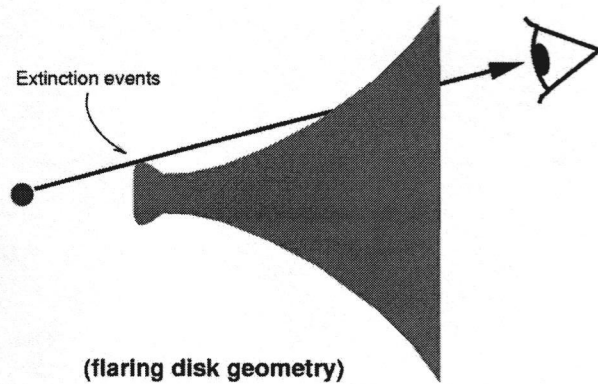
Kenyon & Hartmann 1987



Natta et al. 2001;
Dullemond et al. 2001, 2003



Dullemond et al. (2003)



Проблемы:

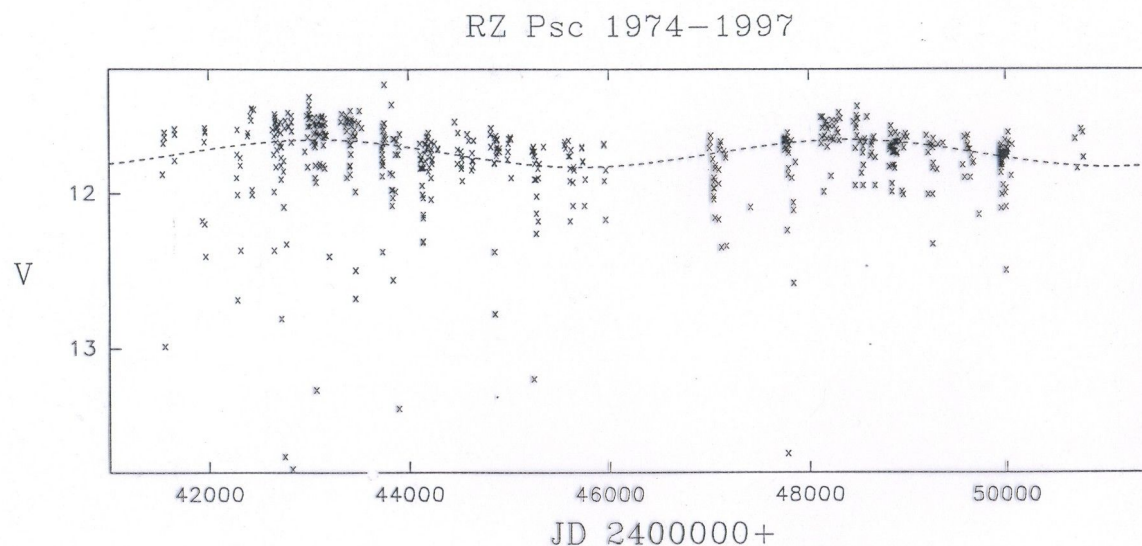
RZ Psc

ЦИКЛЫ АКТИВНОСТИ

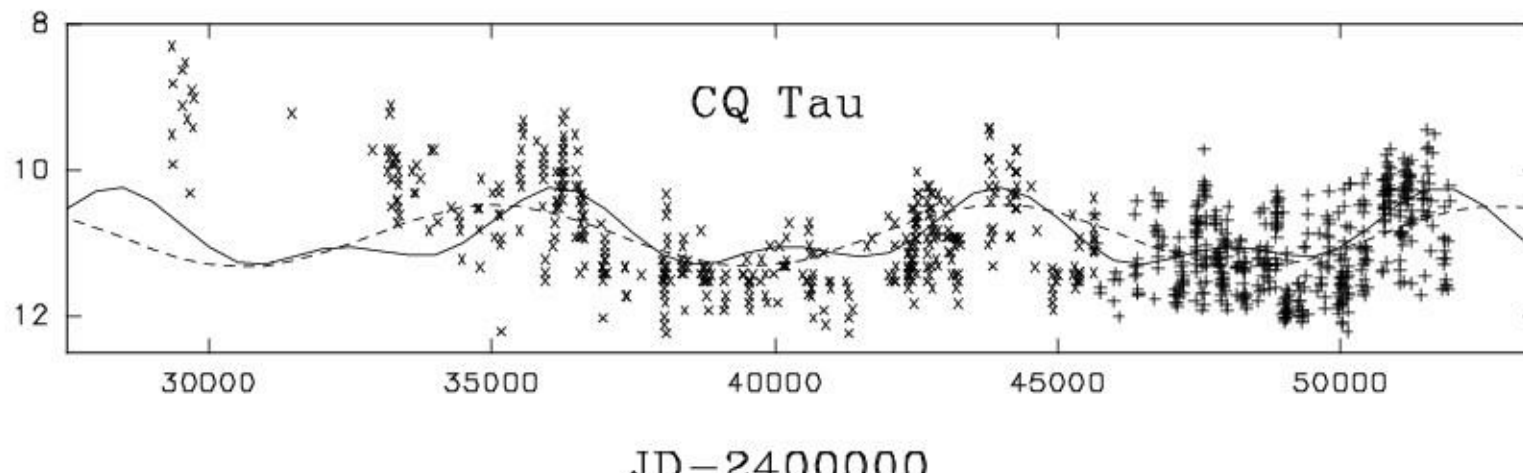
Циклы активности:

Шевченко и др. 1993; Гринин и др. 1998; Bertout 2000

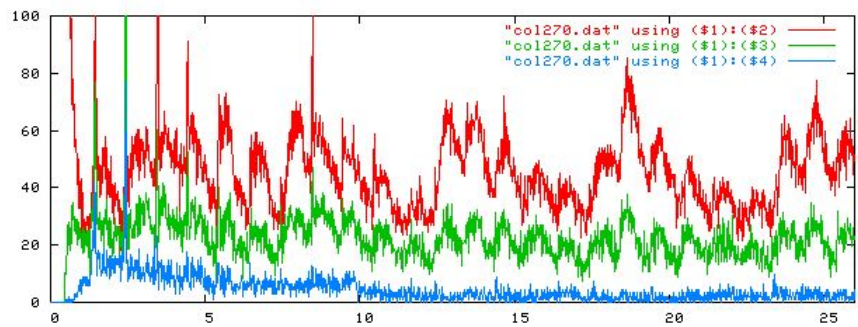
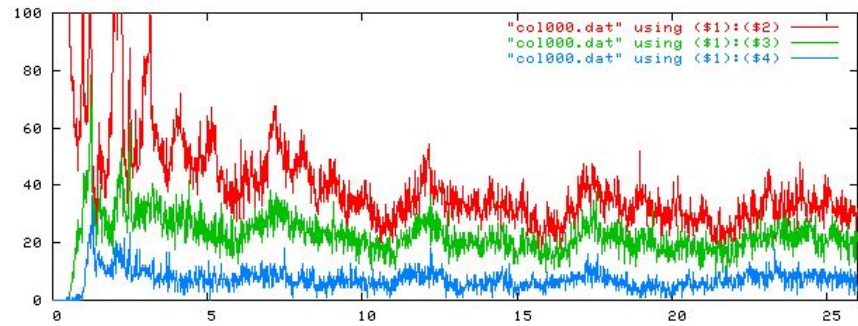
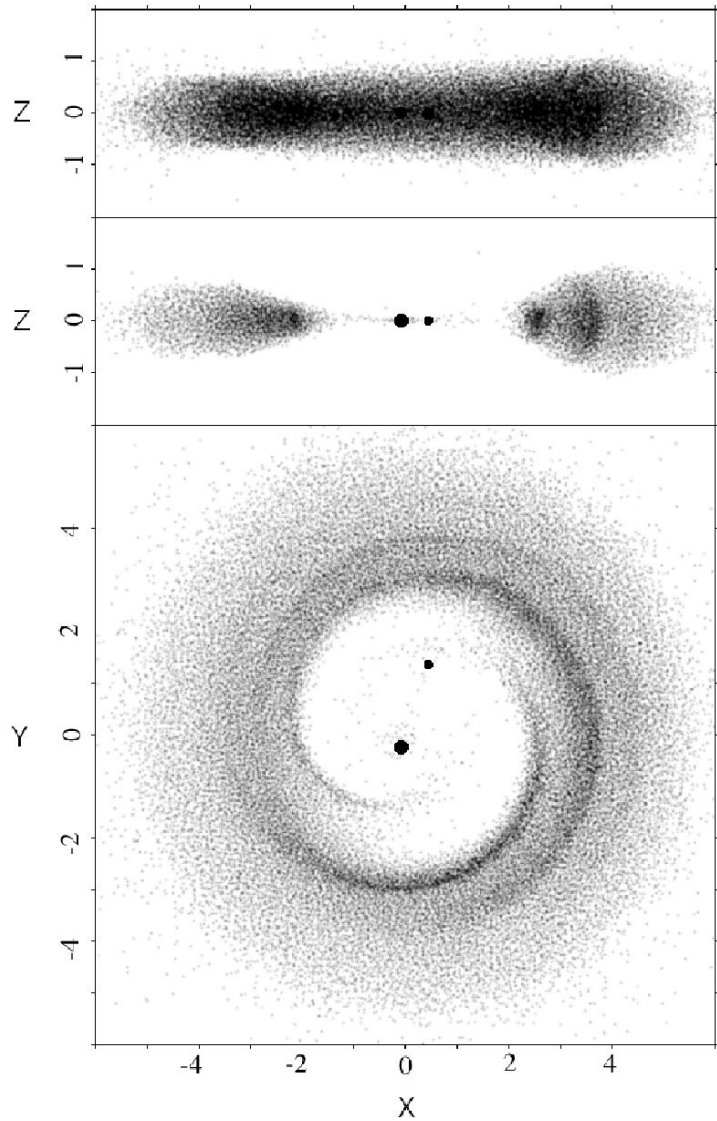
RZ Psc: Ростопчина и др. (1999): 7.5 лет



CQ Tau: Шаховской и др. (2005): 21-21 г.



Сотникова и др. 2006



Перспективы:

1. Интерферометрия (VLTI, MPIFR, Bonn)
2. 3-D модели околозвездных дисков
3. Линейная поляризация в контурах спектральных линий. Vink et al. (2003; 2005) \implies H_{alpha}
4. ПЗС фотометрия слабых молодых звезд с околозвездными (edge-on) дисками

Интерферометрия: VV Ser

Eisner et al. 2004: (JHK) P.A. = 168+22-12

Pontoppidan et al. 2006: SUBMM P.A. = 13 +- 5

Isella, Testi, Natta, 2006: (K) P.A. = 60-120

Our result: P.A.(lp) + 90 = P.A.(disk) = 189



**Edge-On Protoplanetary Disk
Orion Nebula**

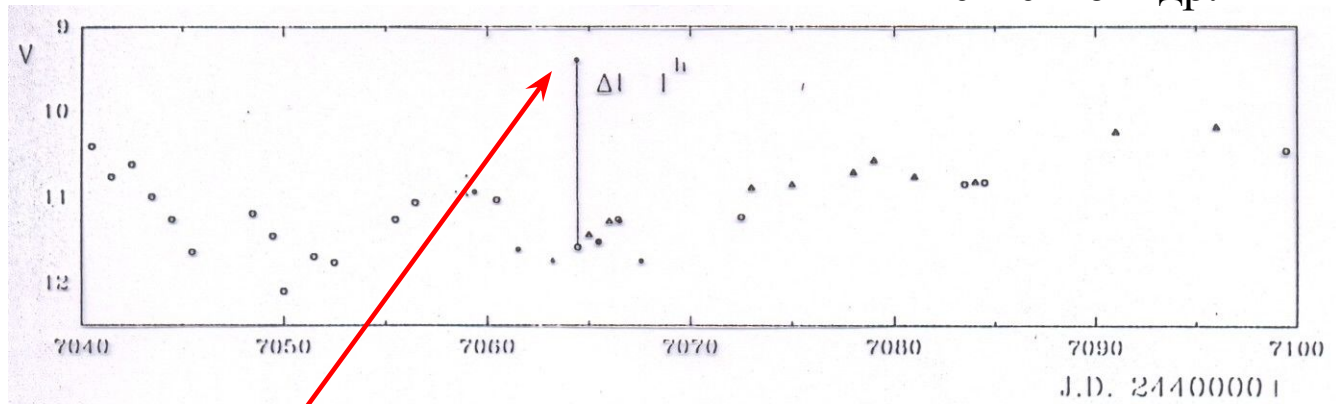
HST • WFPC2

PRC95-45c • ST ScI OPO • November 20, 1995

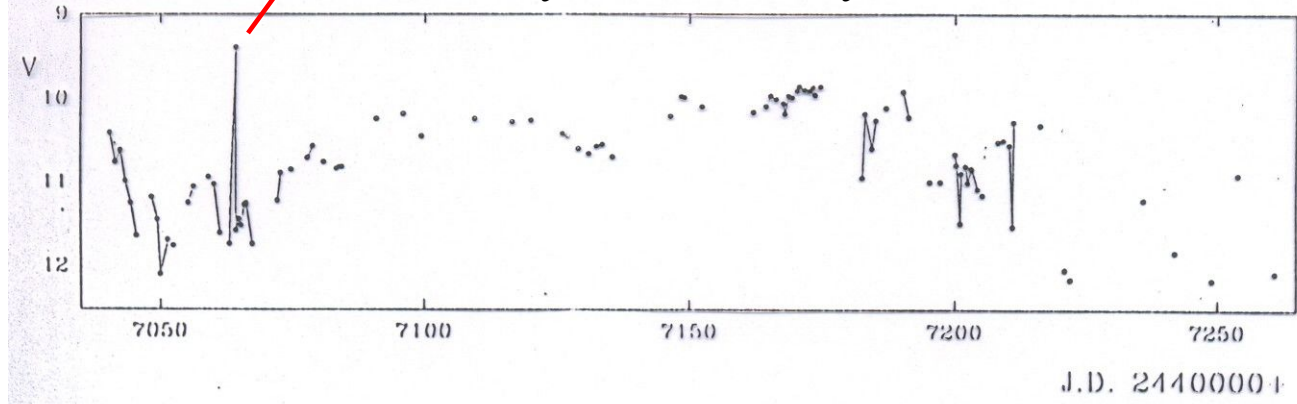
M. J. McCaughrean (MPIA), C. R. O'Dell (Rice University), NASA

BF Ori

Шевченко и др.

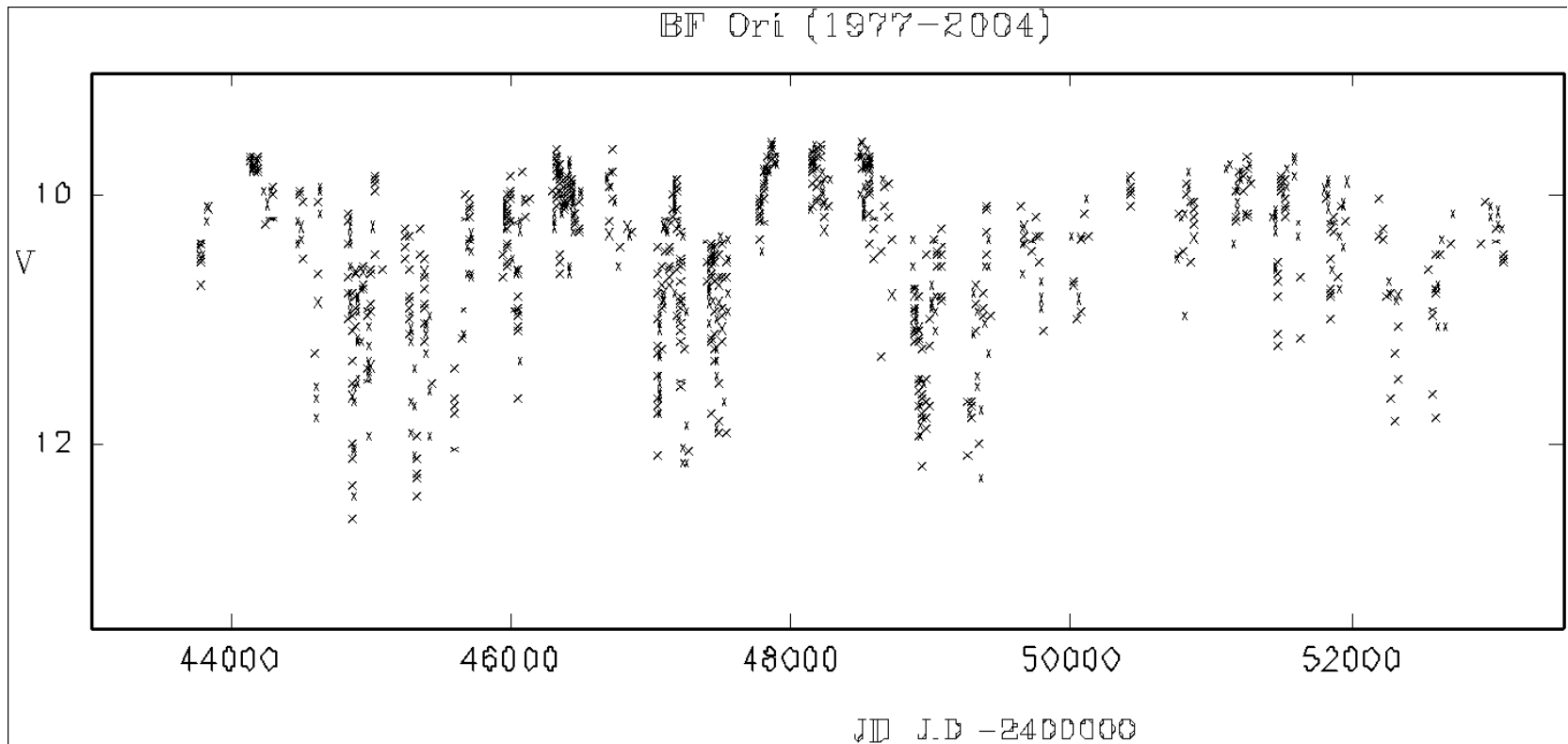


Пугач и Ковальчук



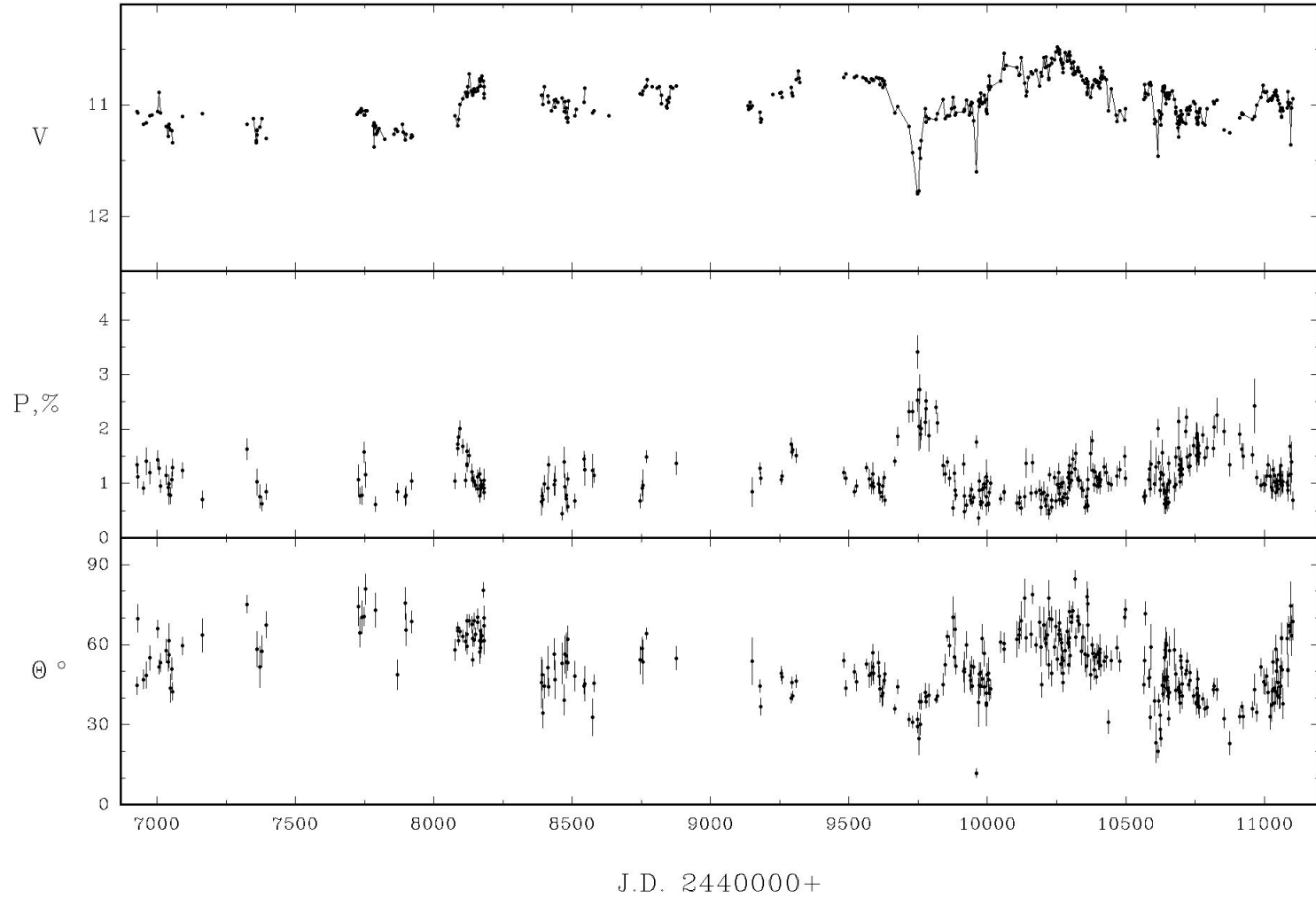
Cyclic activity of UXORs

Shevchenko et al. 1993, Grinin et al. 1998,
Rostopchina et al. 1999, Bertout 2000, Shakhovskoj et al. 2005



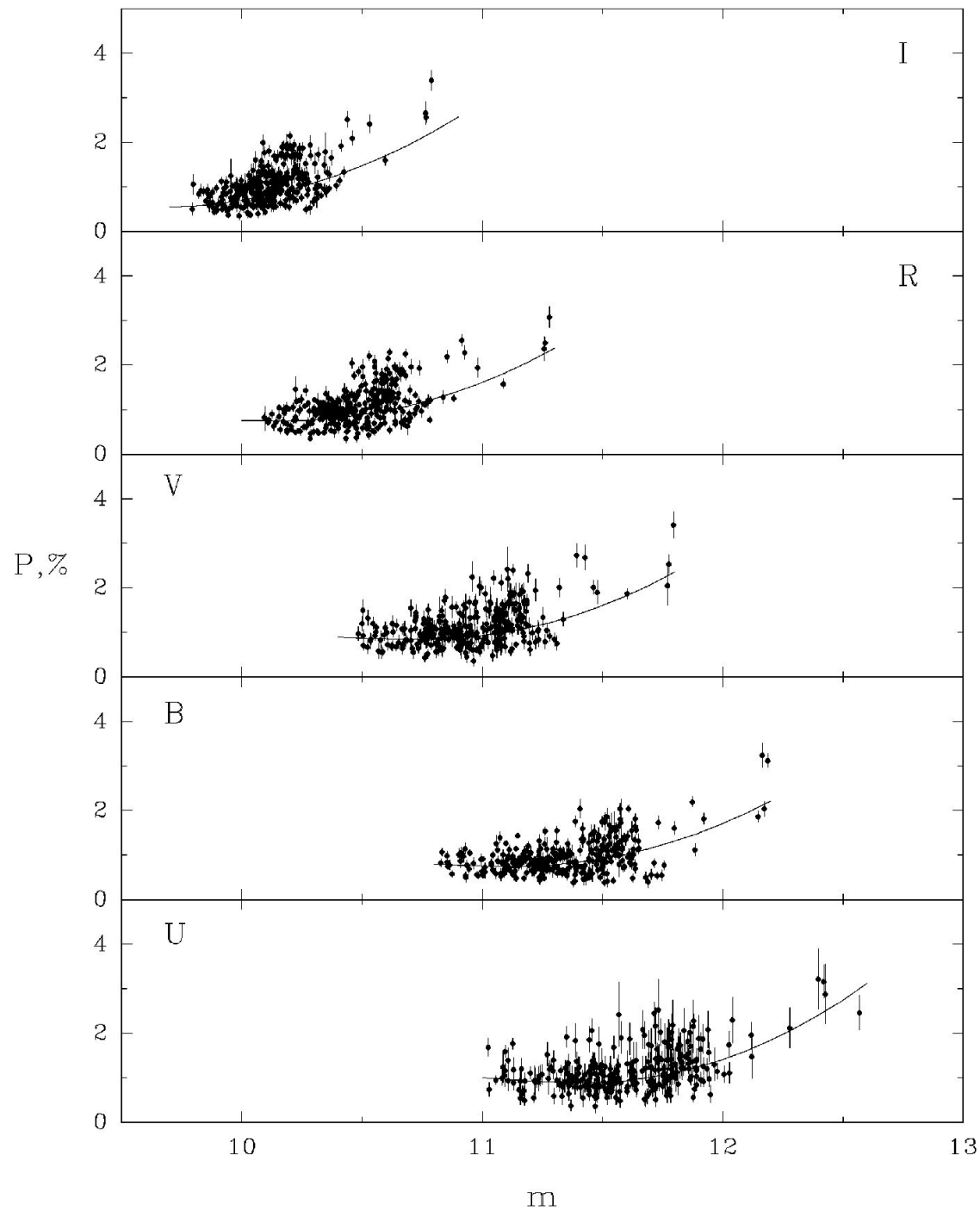
SV Cep

Ростопчина, Гринин, Шаховской и др. (2001)



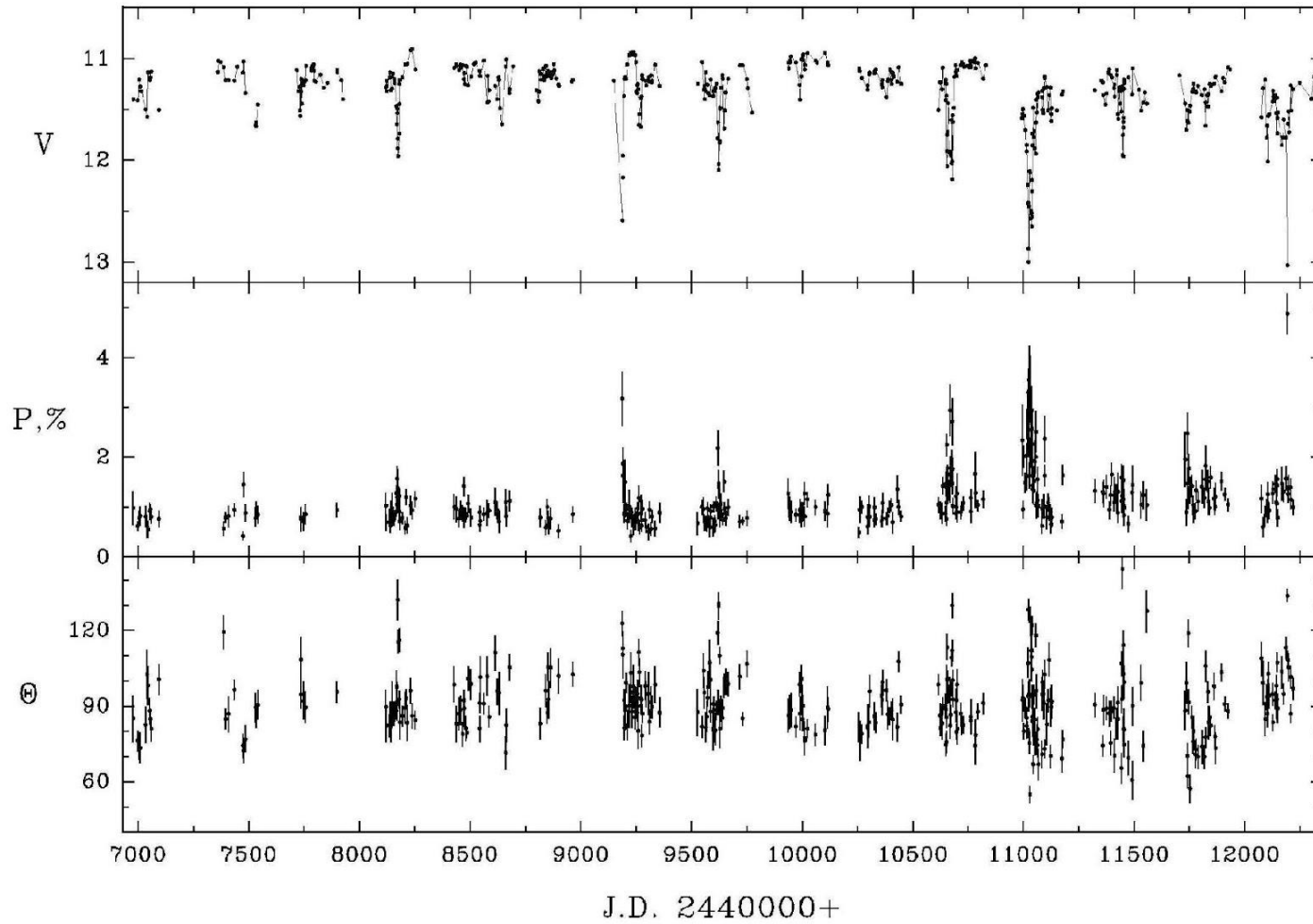
SV Cep

Ростопчина и др. (2001)



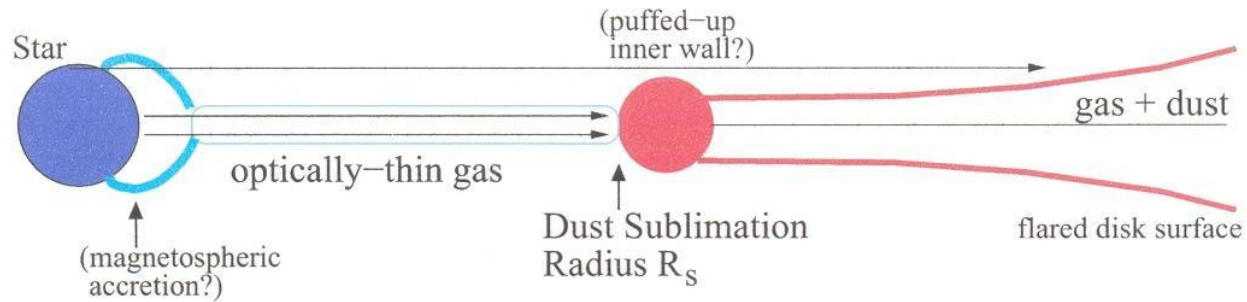
VX Cas

Шаховской и др . (2003)

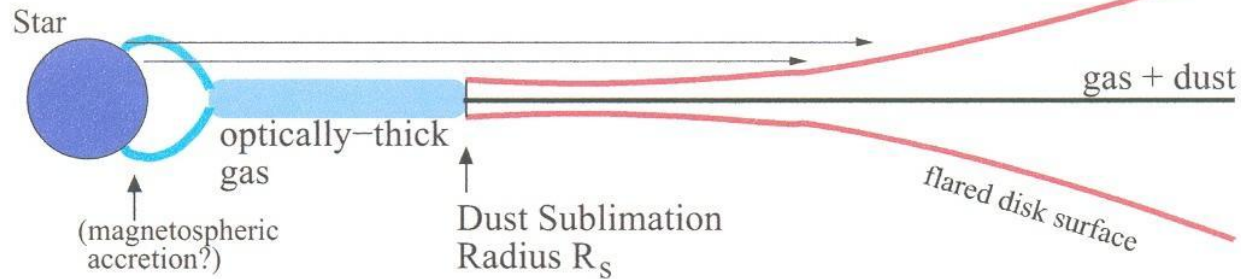


Natta et al. (2001);

"Optically-thin Cavity" Disk Model



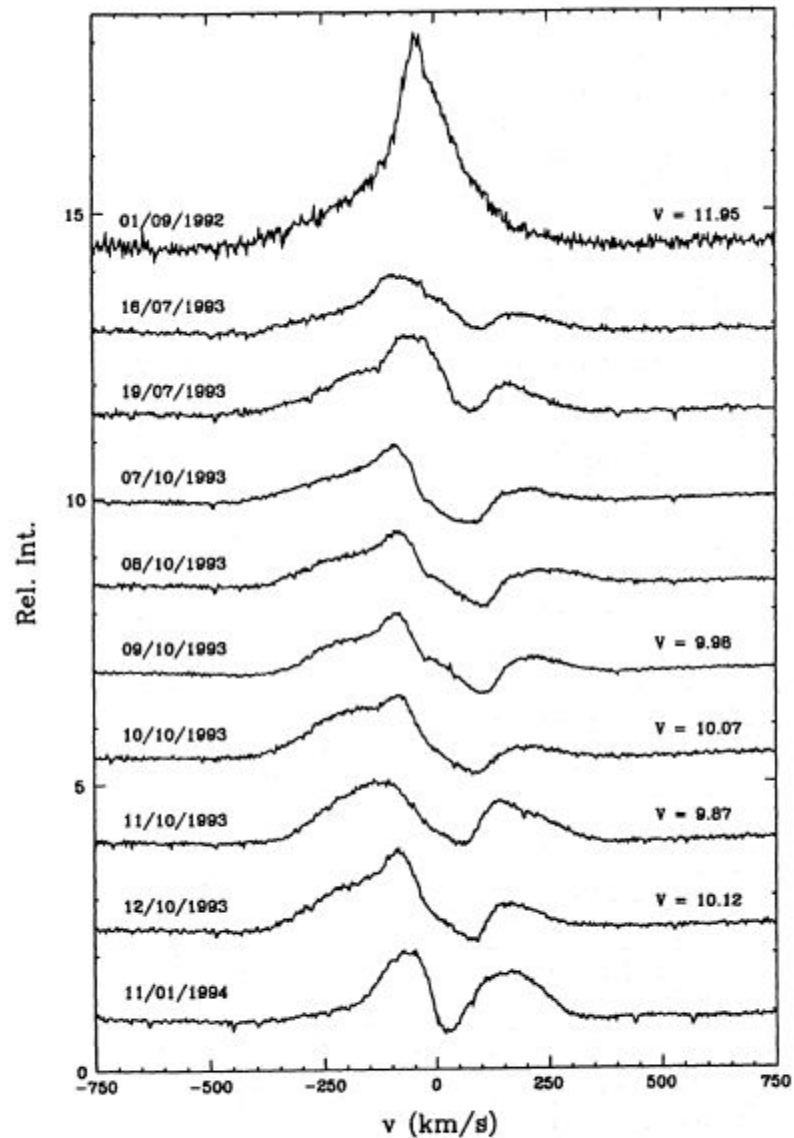
"Classical" Disk Model



Спектральная активность

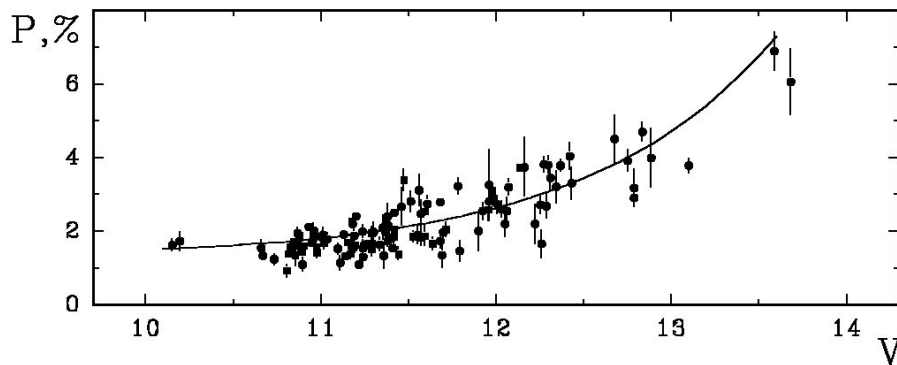
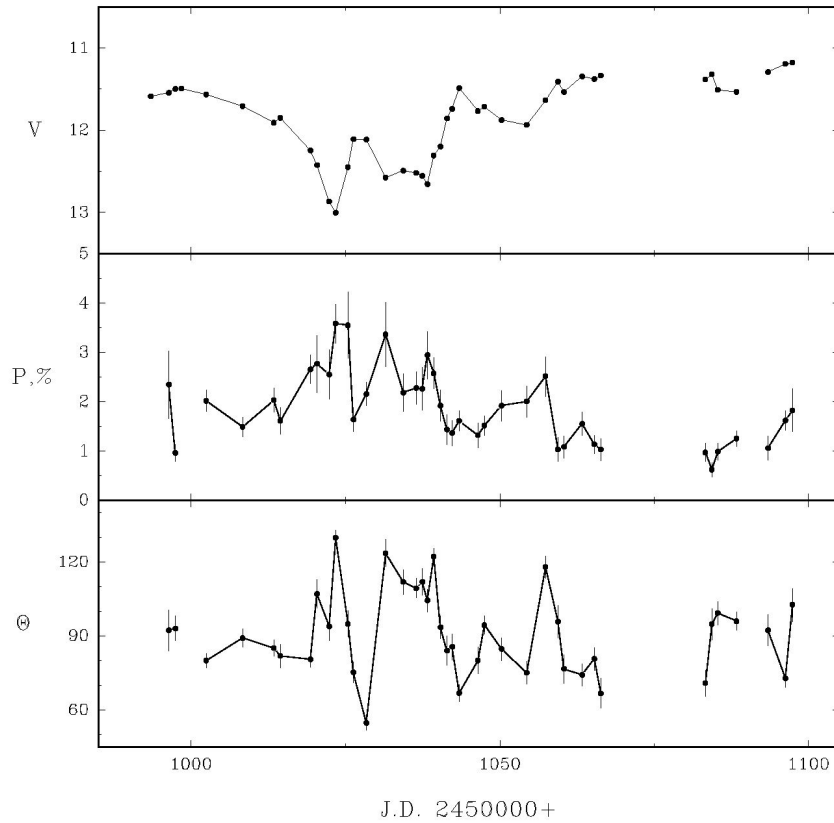
UX Ori Grinin et al. 1994

Колотилов (1977)



← VX Cas

Шаховской и др. (2003)



← RR Tau

Rostopchina et al. (1997)