

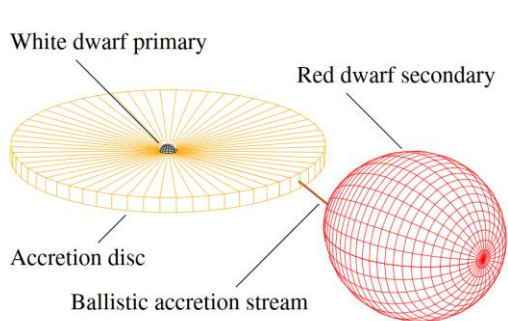
Наблюдения магнитных катаклизмических переменных на приборах SCORPIO-1/2

Колбин А.И., Борисов Н.В., Сусликов М.В., Кочкина В.Ю.

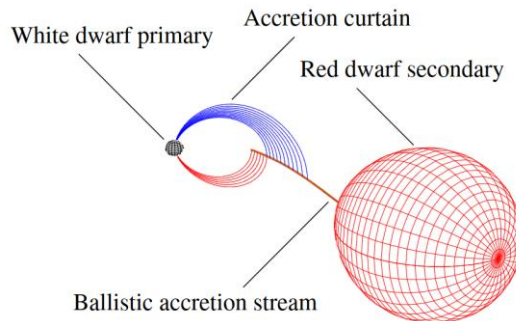
Специальная астрофизическая обсерватория РАН

САО РАН - 2025

Катаклизмические переменные

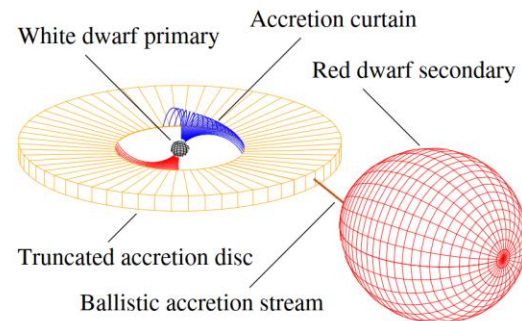


Немагнитные КП
(карликовые новые, новоподобные)
 $B < 0.1$ МГс



Поляры
(AM Her)
 $P_{\text{spin}} = P_{\text{orb}}$
 $B \sim 10 - 100$ МГс

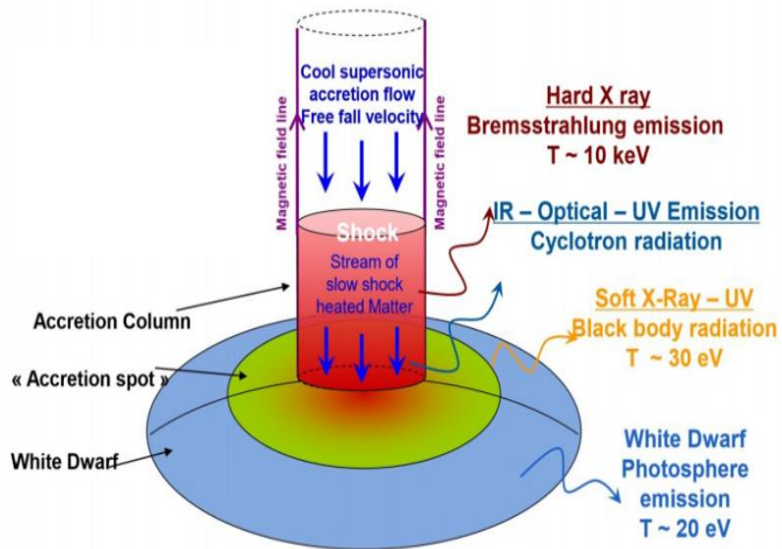
Похожие объекты: асинх. поляры,
LARP



Промежуточные поляры
(DQ Her)
 $P_{\text{spin}} / P_{\text{orb}} \sim 0.1$
 $B \sim 0.1 - 10$ МГс

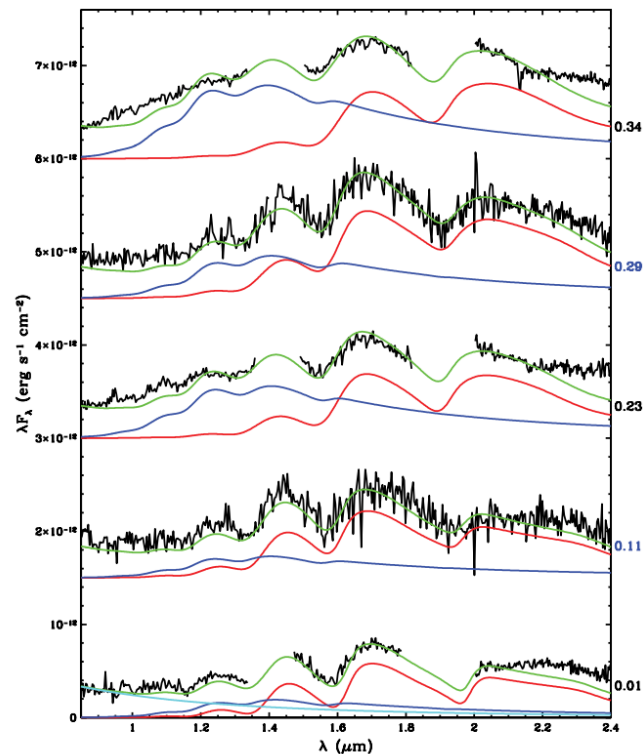
Прим.: бывают пром. поляры без
дисков

Аккреционные колонны/пятна



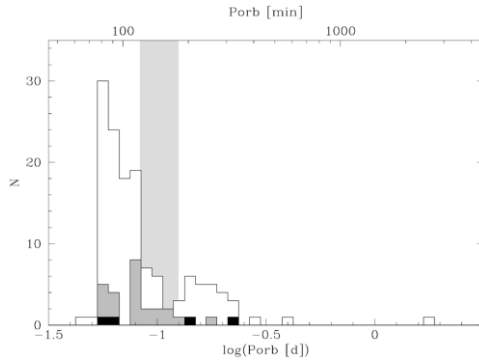
Механизмы охлаждения:

- 1) Тормозное рентгеновское излучение, $L_X \sim 10^{32}$ эрг/с;
- 2) Циклотронное излучение (оптика, ИК), $V/I \sim 10\%$.



Циклотронные гармоники в поляре EF Eri

Природа магнитных БК в ТДС

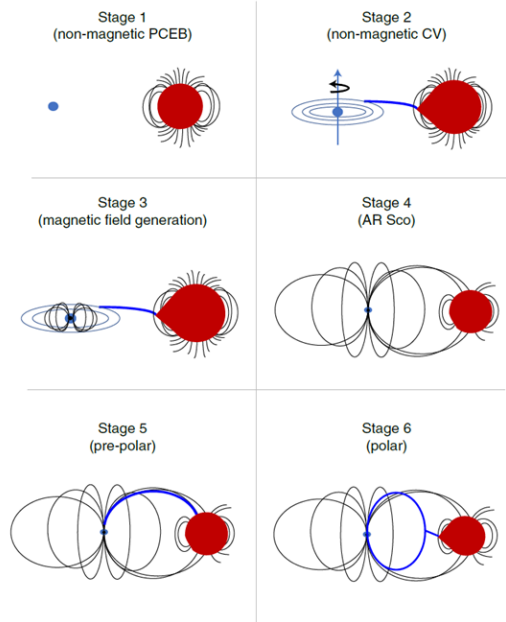
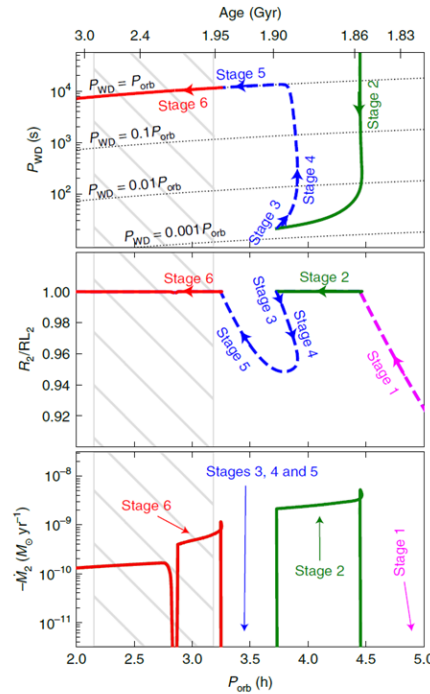


Распределение немагнитных CV и полюсов по периодам (Gansicke+, 2005)

Проблемы:

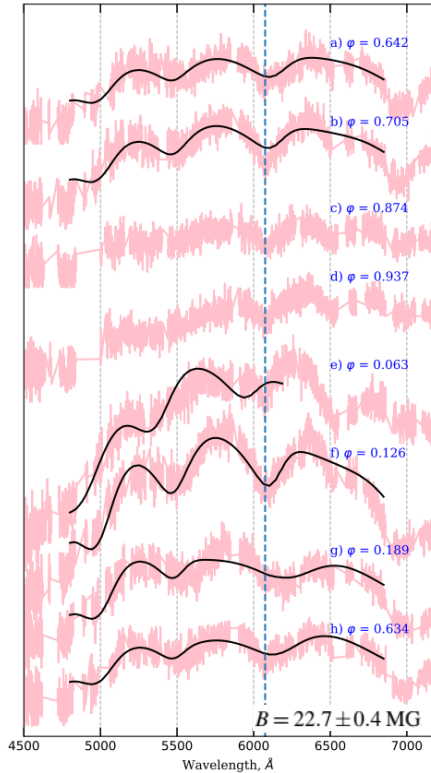
- 1) Отсутствие магнитных БК в молодых pCV
- 2) Существование магнитных БК в старых pCV ($P=5-9$ ч, $T \sim 10000\text{K}$)
- 3) Концентрация полюсов ниже пробела периодов

Возможное решение: кристаллизация БК (Schreiber+, 2021)

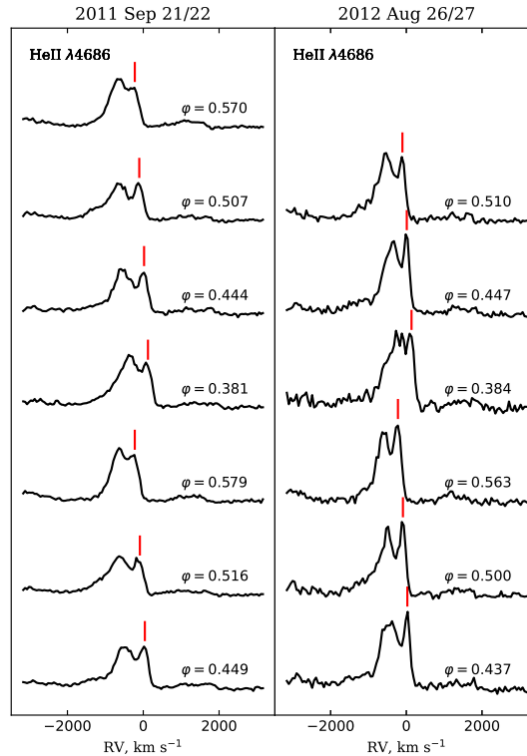


Рождение магнитной КП (Schreiber+, 2021)

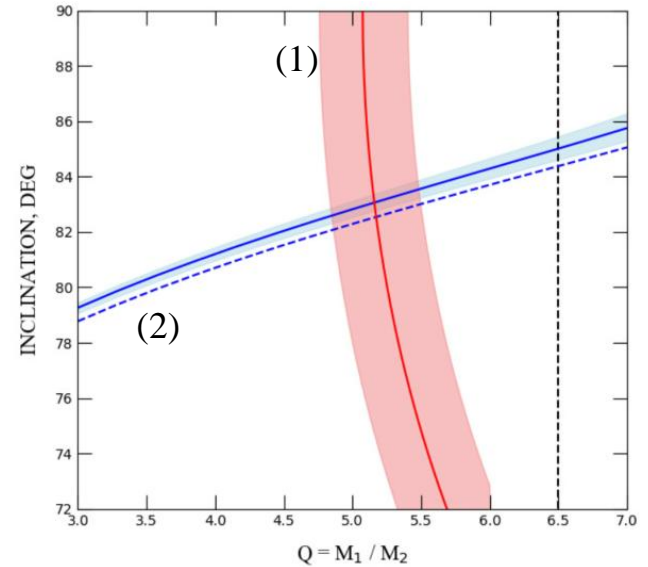
Оценка параметров поляра BS Tri



Циклотронные спектры BS Tri



Узкие компоненты в линии He II 4686

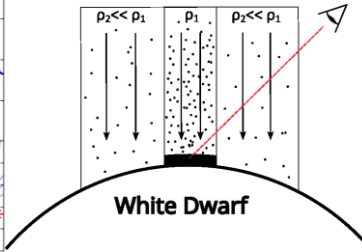
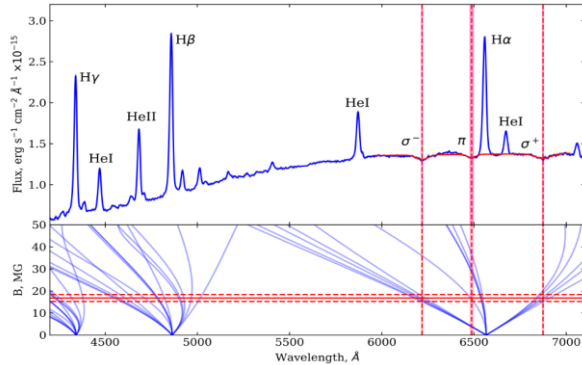
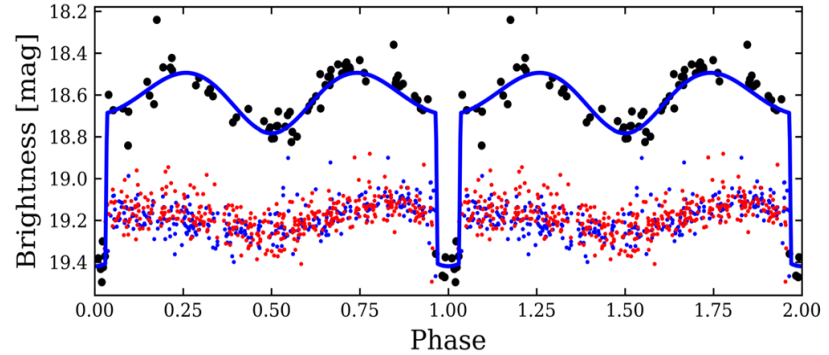
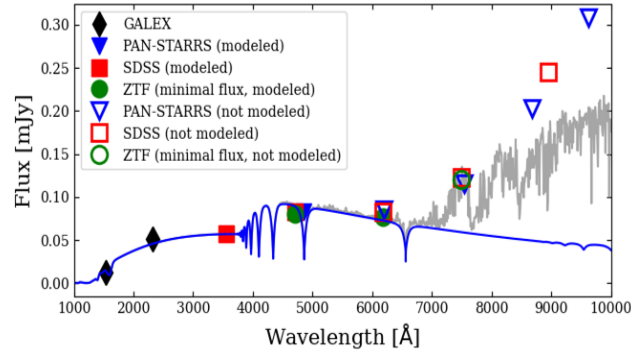


(1) Лучевые скорости узких компонент линий;
 (2) Продолжительность затмения.

Найденные параметры:

$M_1 = 0.60 \pm 0.04 M_{\odot}$, $M_2 = 0.12 M_{\odot}$,
 $i = 85.0 \pm 0.5^{\circ}$, $B = 22.7 \pm 0.4 \text{ MG}$

Gaia 23cer: оценка параметров



Параметры Gaia 23cer

$$M_1 = 0.79 \pm 0.03 M_{\odot}$$

$$T_1 = 11350 \pm 650 \text{ K}$$

$$M_2 = 0.10 - 0.13 M_{\odot}$$

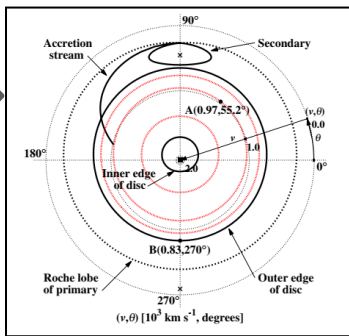
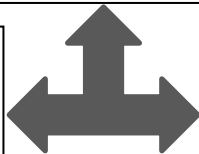
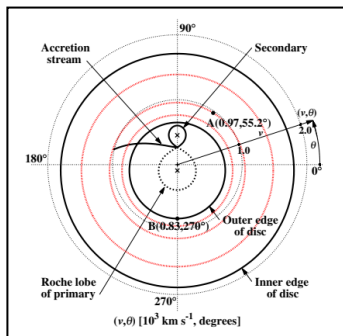
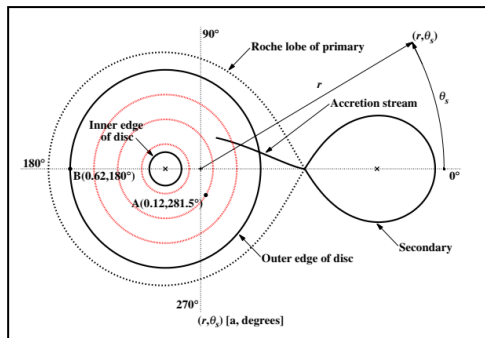
$$T_2 = 2900 \pm 40 \text{ K}$$

$$i = 84.3 - 87.0^{\circ}$$

$$B = 16.4 \pm 1.6 \text{ MGc}$$

Поляры: магнитоконтролируемая аккреция

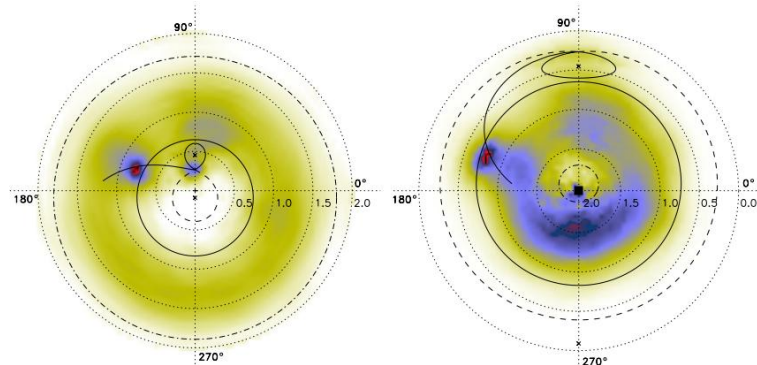
Геометрическая модель КП



Стандартная проекция

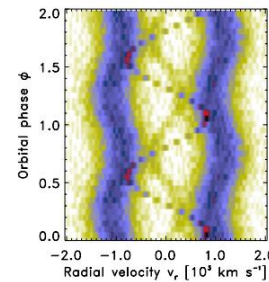
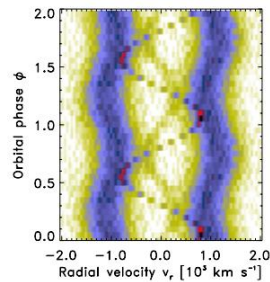
Вывернутая проекция

КП в пространстве скоростей (Kotze+, 2016)



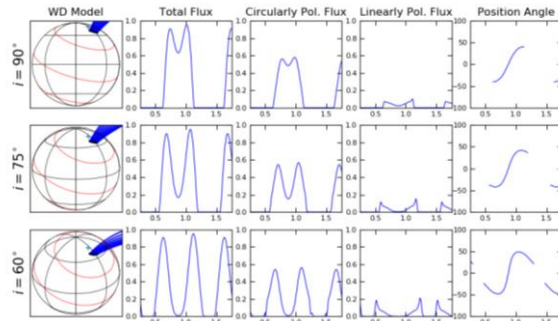
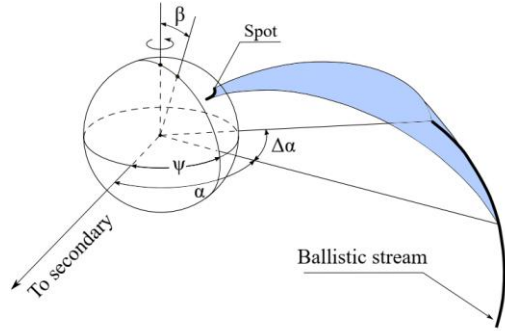
(v, θ) [10^3 km s^{-1} , degrees]

(v, θ) [10^3 km s^{-1} , degrees]

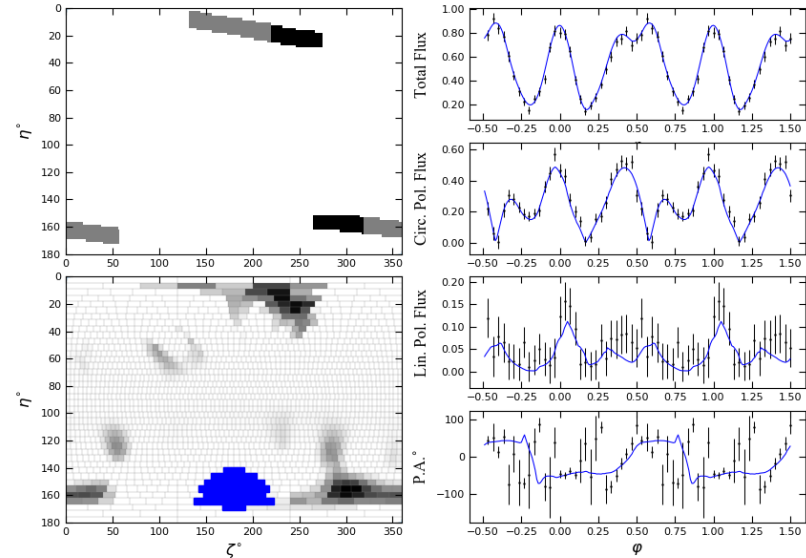


Пример картирования немагнитной КП (Kotze+, 2016)

Методы картирования ударных областей

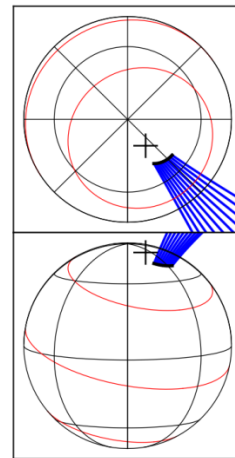
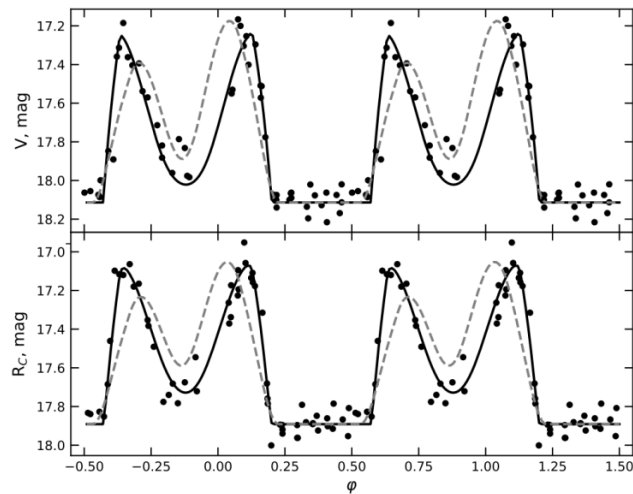
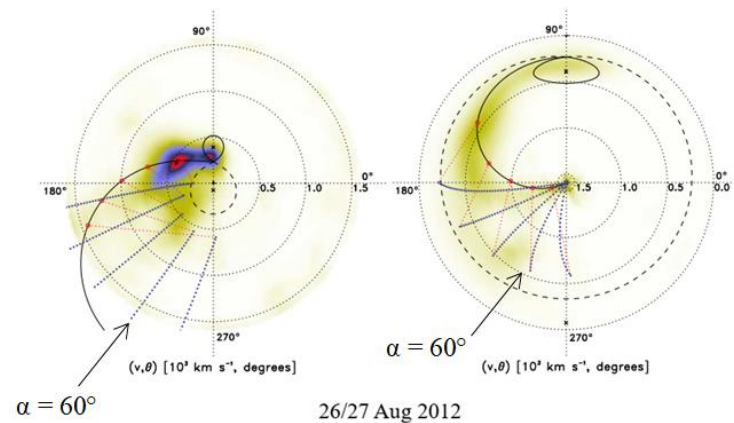
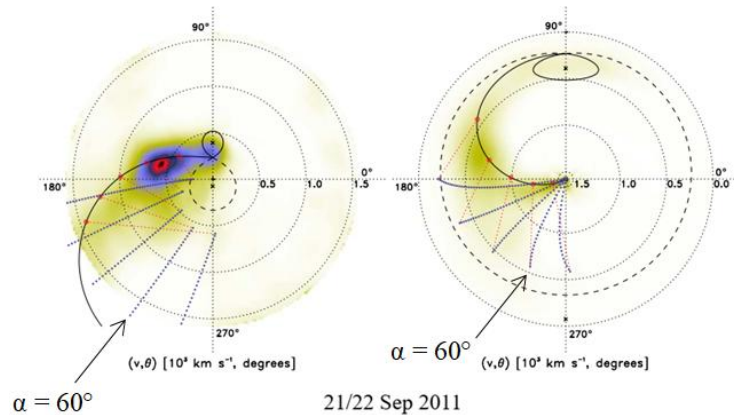


Малопараметрический подход. Находится ориентация магнитного диполя и положение переходной области (Kolbin+, 2020).



Многопараметрический подход. Проводится восстановление поверхности белого карлика методами регуляризации (Potter+, 2000; Kolbin+, 2020).

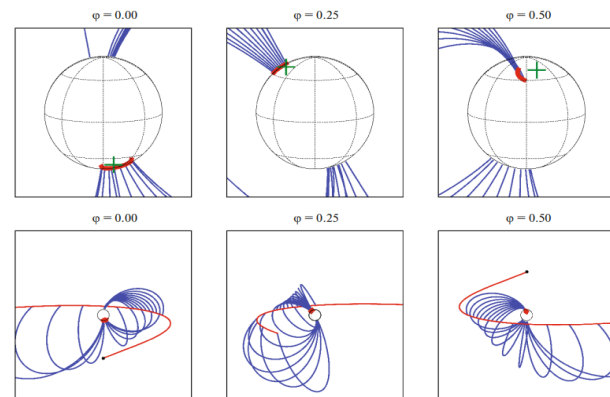
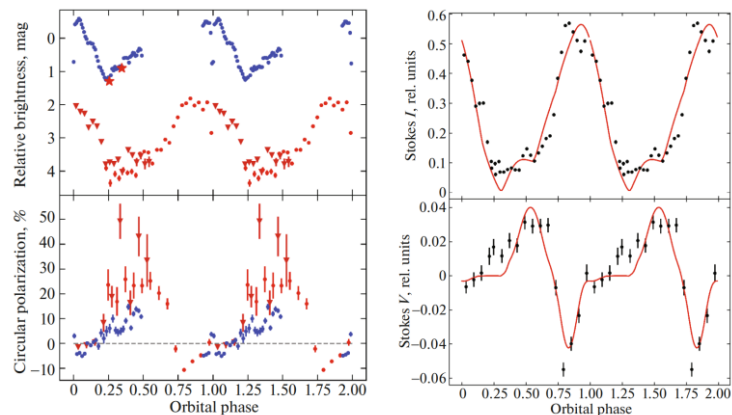
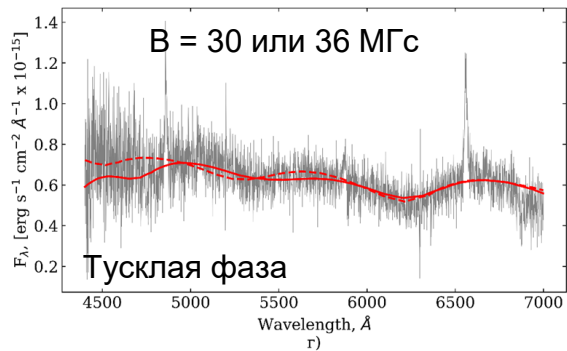
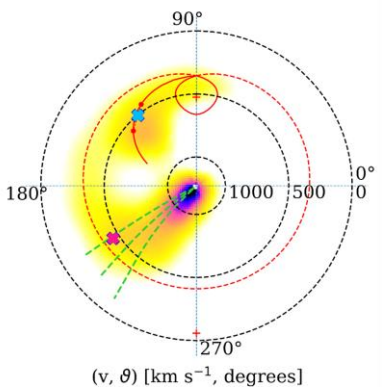
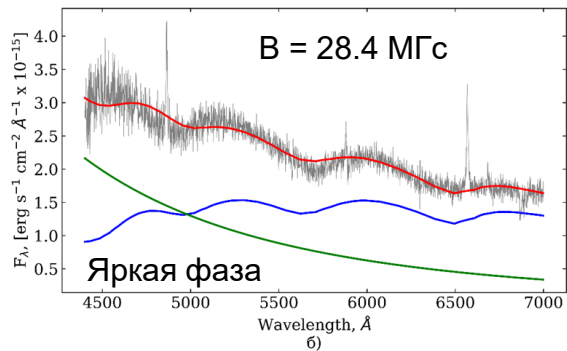
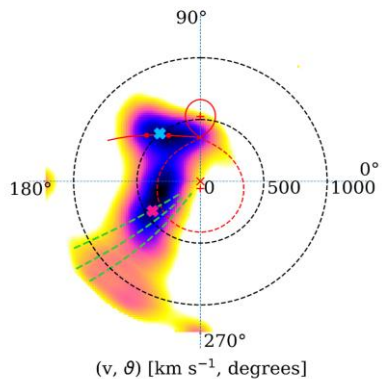
Аккреция в поляре BS Tri



Моделирование кривых блеска BS Tri

Доплеровские карты BS Tri в линии HeII 4686

Аккреция в поляре 1RXS J184542.4+483134

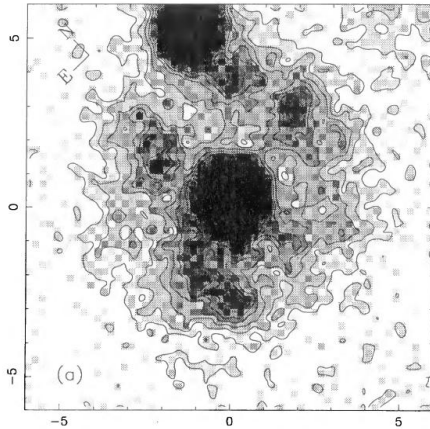


Асинхронные поляры

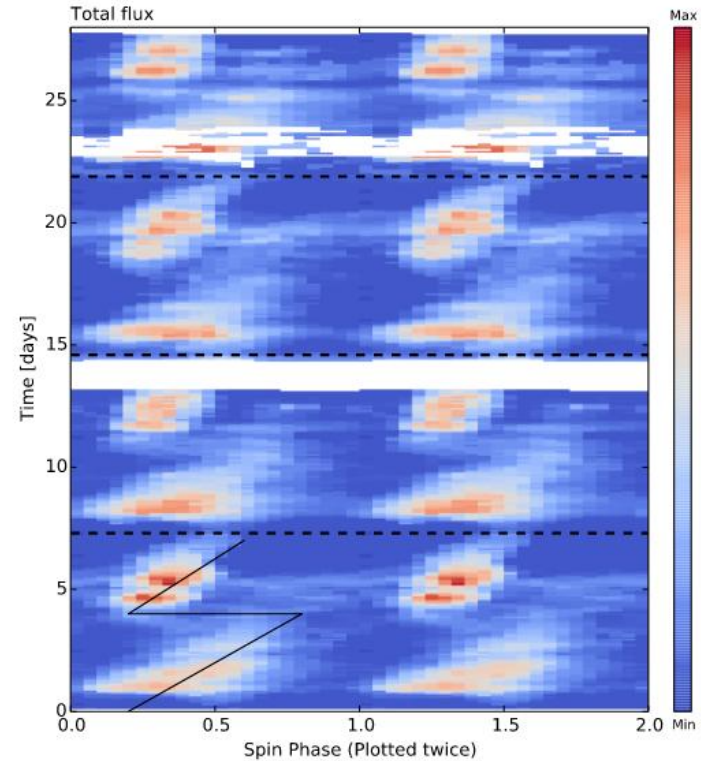
Асинхронность $(\omega_{\text{spin}} - \omega_{\text{orb}}) / \omega_{\text{orb}} \sim 1\%$

Природа:

1. взрыв новой;
2. замедляющийся IP.

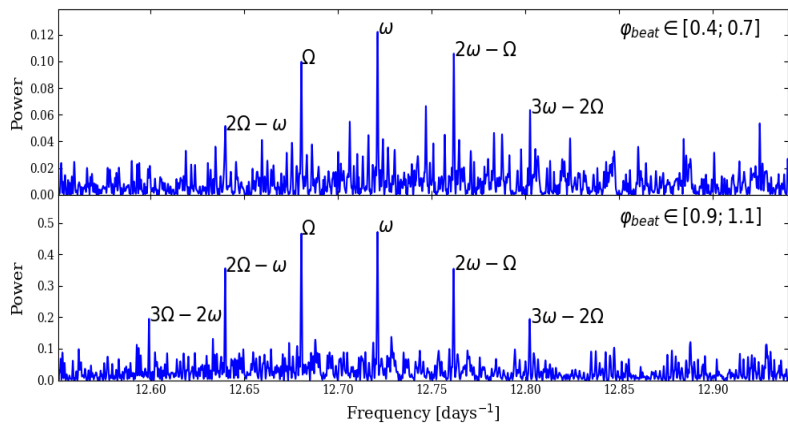


Новая V1500 Cyg – асинхронный поляр
(Slavin+, 1995)

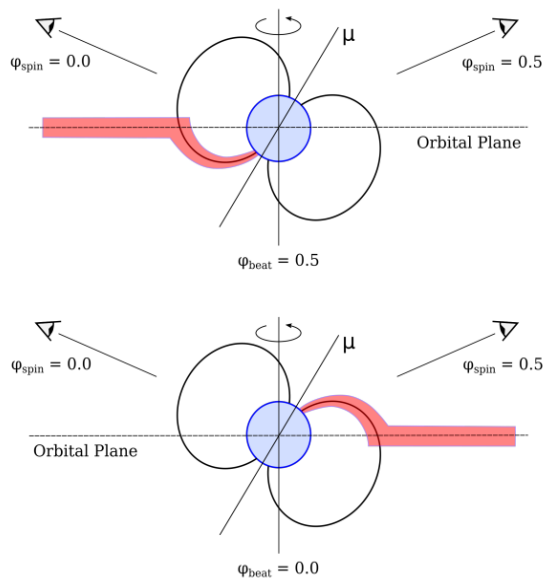
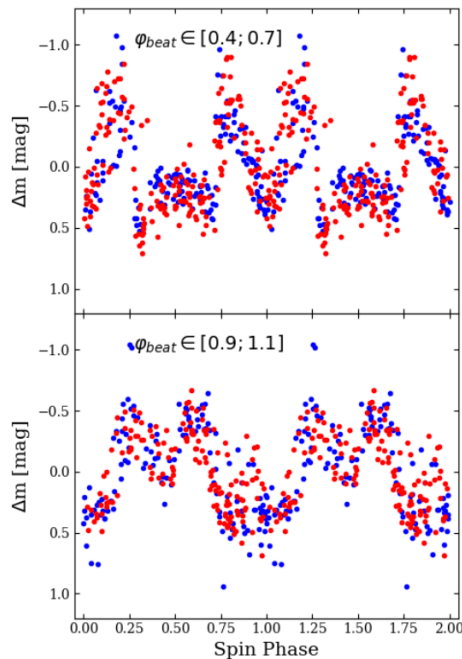


Эволюция кривой блеска CD Ind, свернутой с периодом вращения БК (Hakala+, 2019)

SDSS J085414.02+390537.3 – новый асинхронный поляр

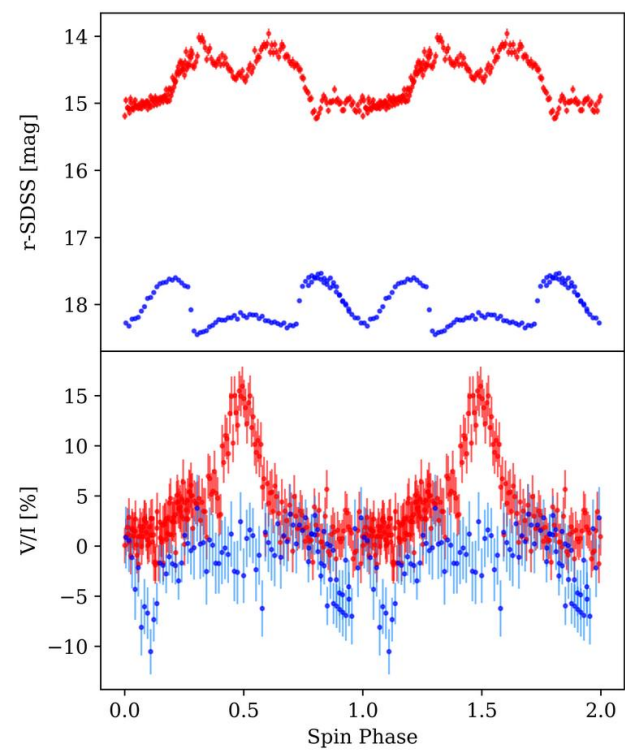
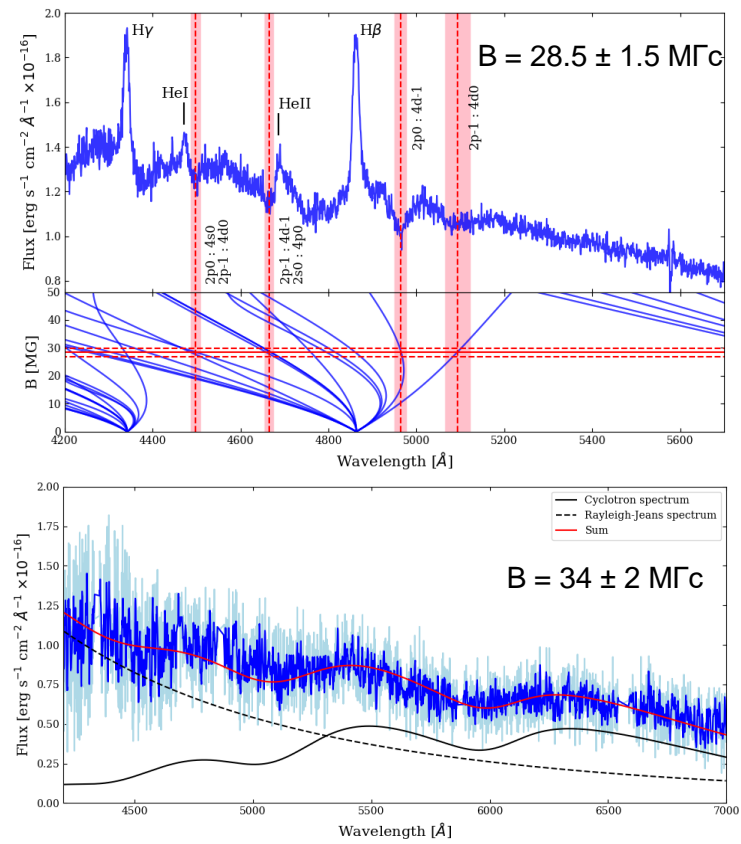


Периодограммный анализ данных ZTF.
Асинхронность $(\omega_{spin} - \omega_{orb}) / \omega_{orb} \sim 0.3 \%$



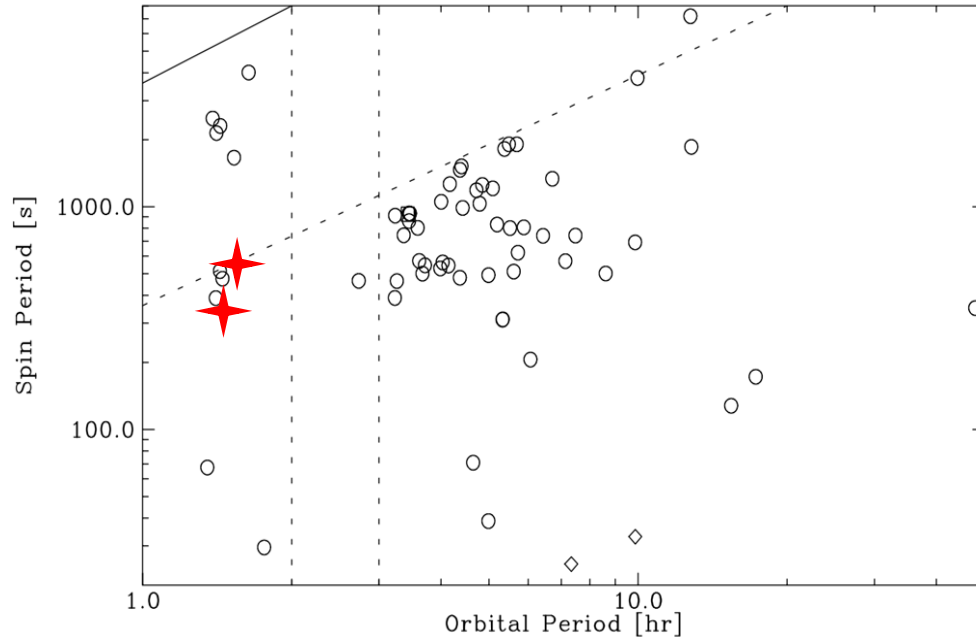
Фотометрическое проявление смены
аккрецирующего полюса

SDSS J085414.02+390537.3: наблюдения БТА



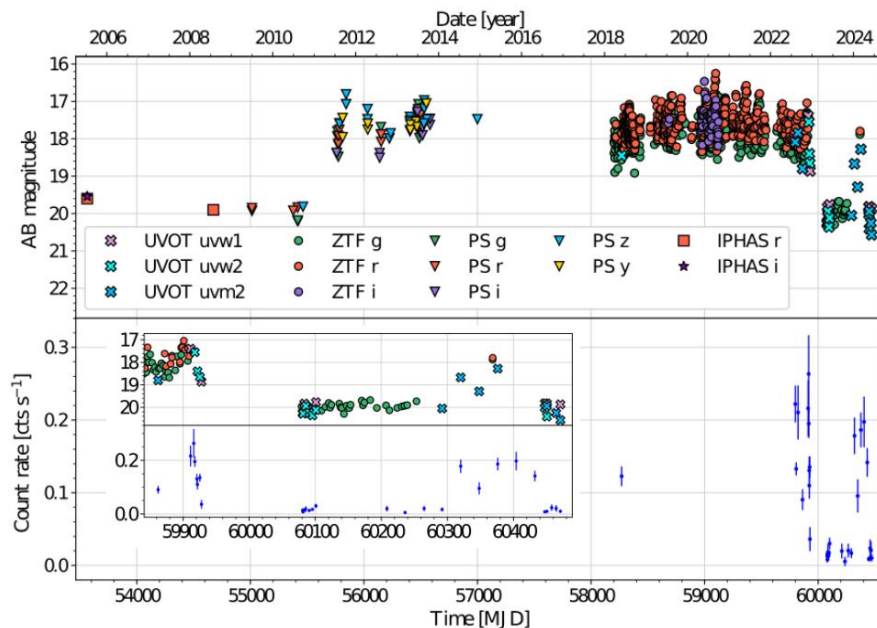
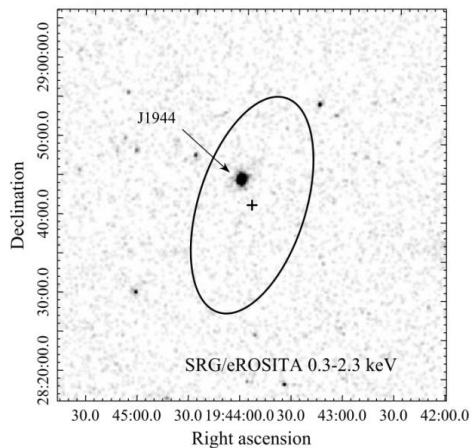
Поляризационные наблюдения смены аккрецирующего полюса

Промежуточные поляры

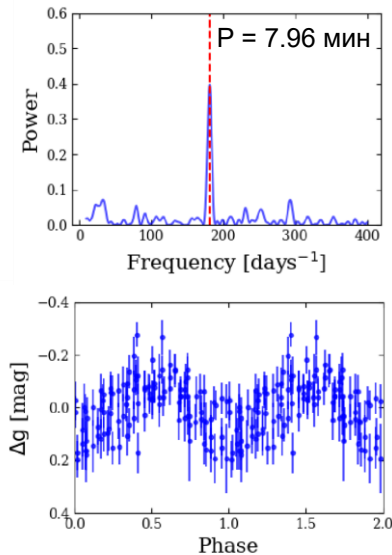


<https://asd.gsfc.nasa.gov/Koji.Mukai/iphone/>

SRGe J194401.8+284452 - промежуточный поляр в поле гамма-источника



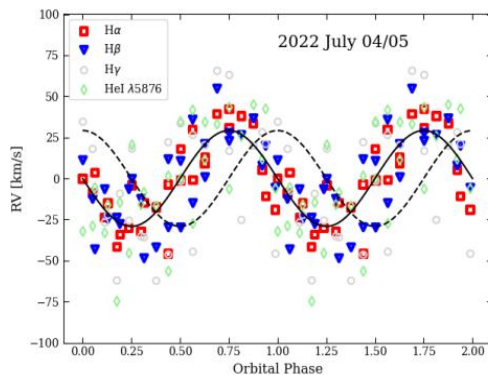
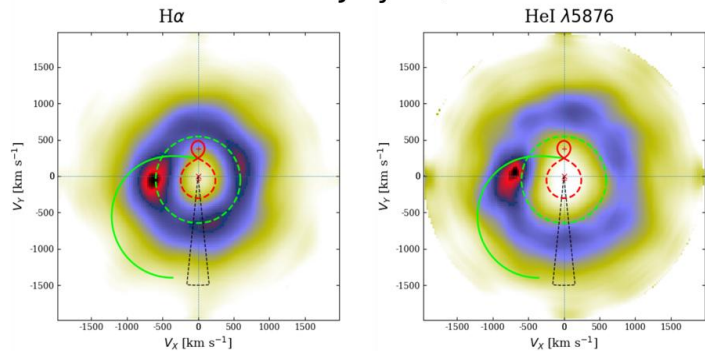
Долговременные оптические и рентгеновские кривые блеска



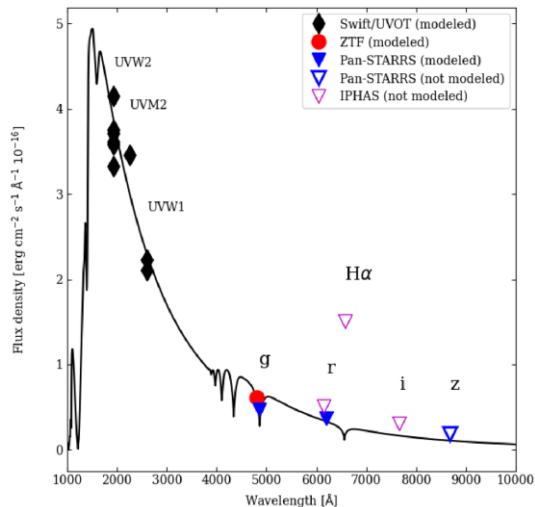
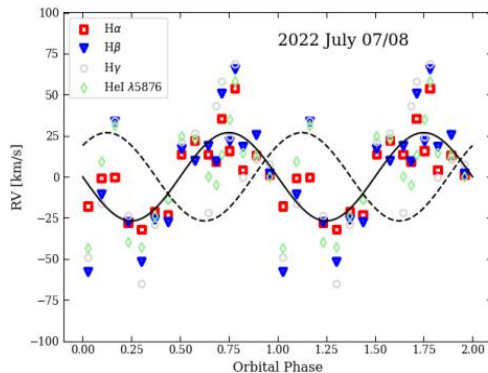
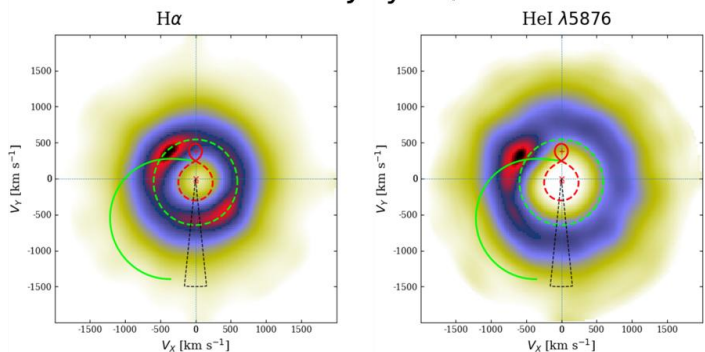
Периодограммный анализ оптических наблюдений

J1944: анализ спектров и параметры

2022 July 04/05

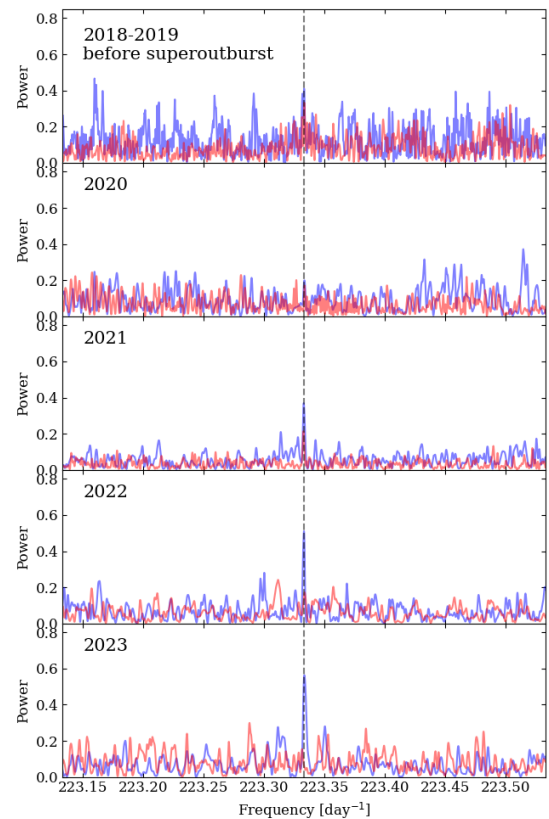
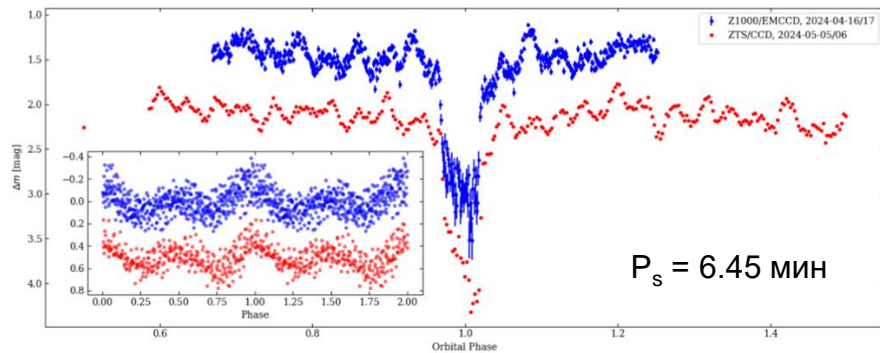
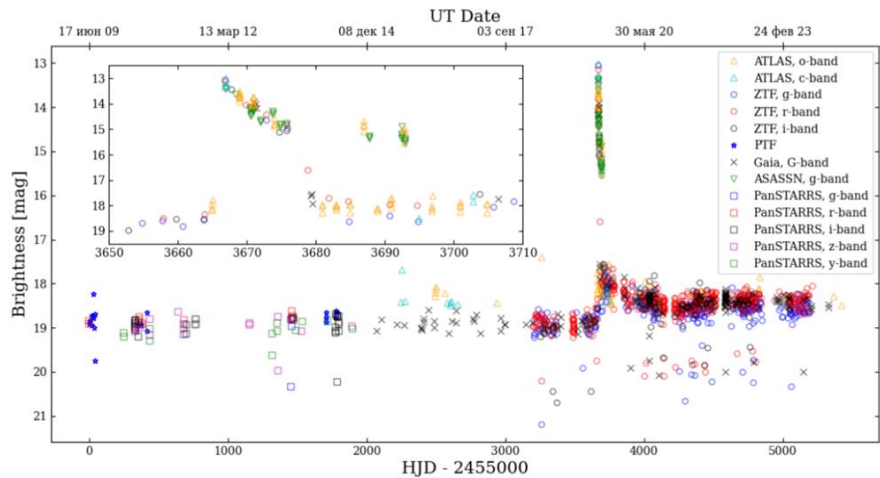


2022 July 07/08

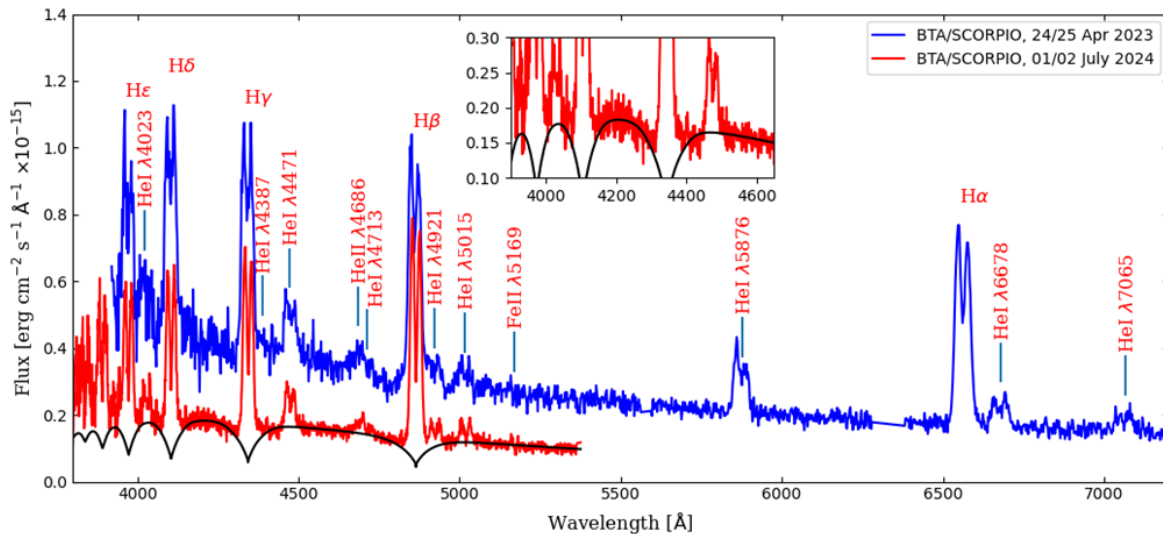


$$\begin{aligned} M_1 &= 0.3-0.9 M_{\odot} \\ T_1 &= 14750 \pm 1250 \text{ K} \\ M_2 &< 0.08 M_{\odot} \end{aligned}$$

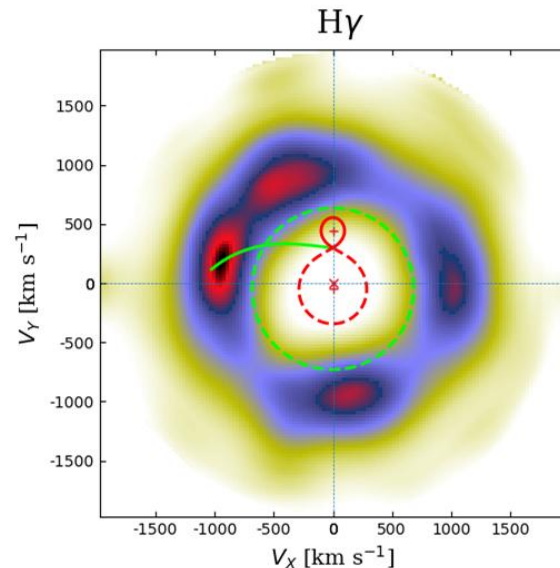
Gaia 19свт - вспыхивающий затменный поляр



Gaia 19cwm: спектральный анализ

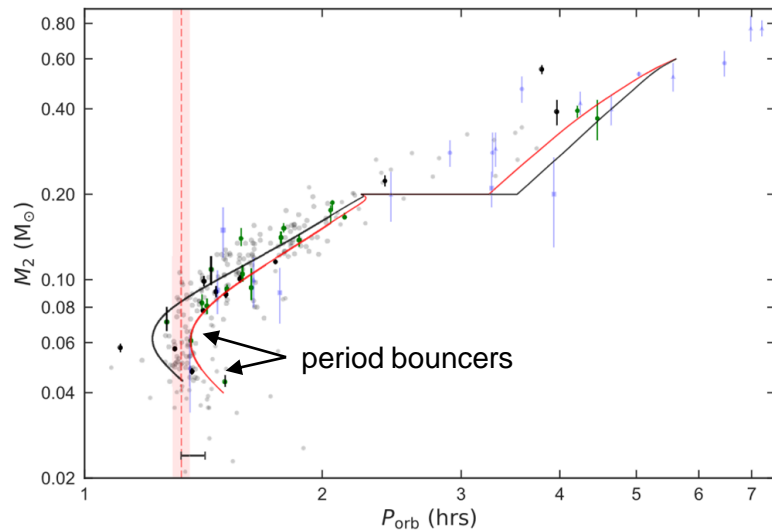


Усредненные спектры Gaia 19cwm
(наблюдения БТА/SCORPIO)



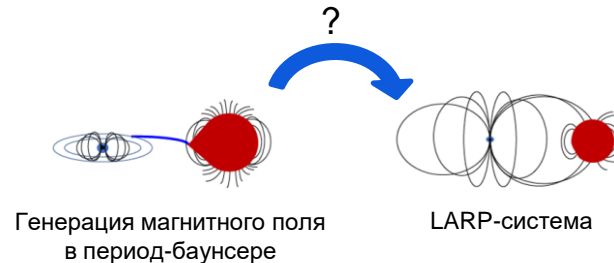
Доплеровская карта
Gaia 19cwm

LARP-системы среди “период-баунсеров”?

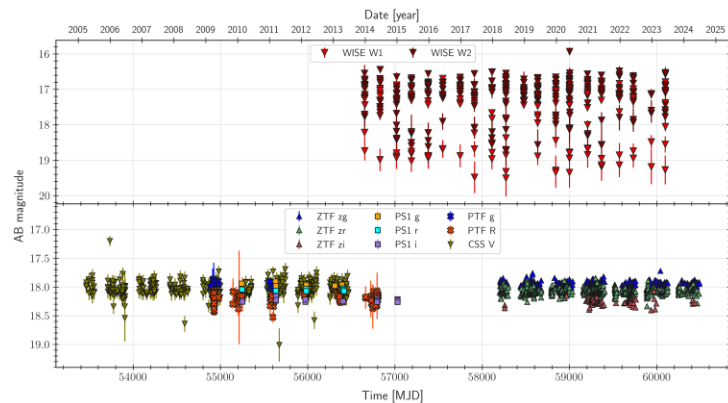


Теория: ~70% КП должны быть период-баунсерами (Belloni+, 2018)

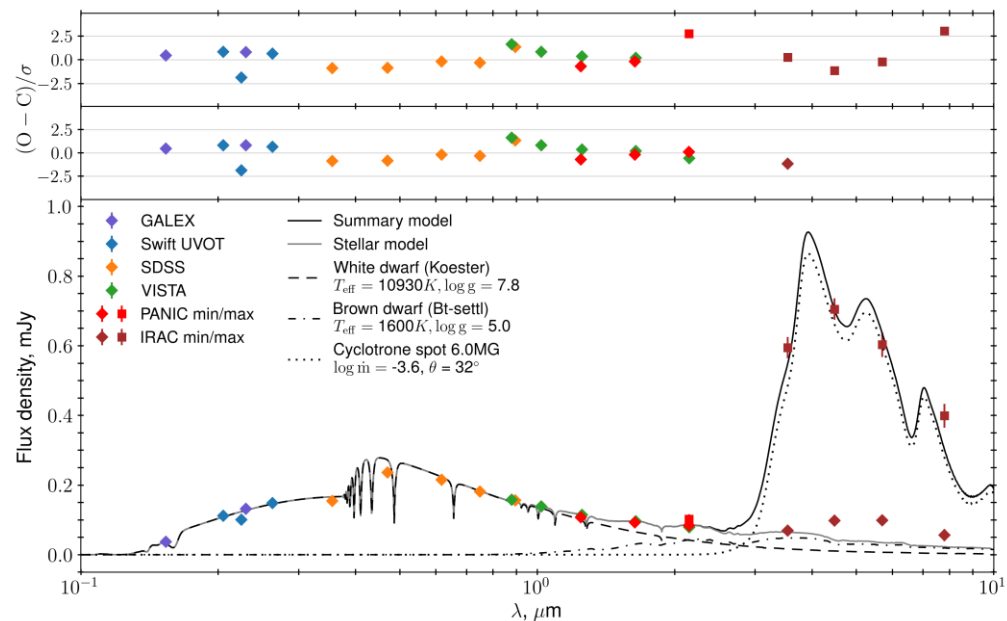
Наблюдения: лишь ~10% КП являются период-баунсерами (Pala+, 2020, Inight+, 2023)



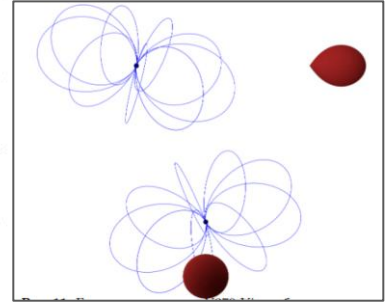
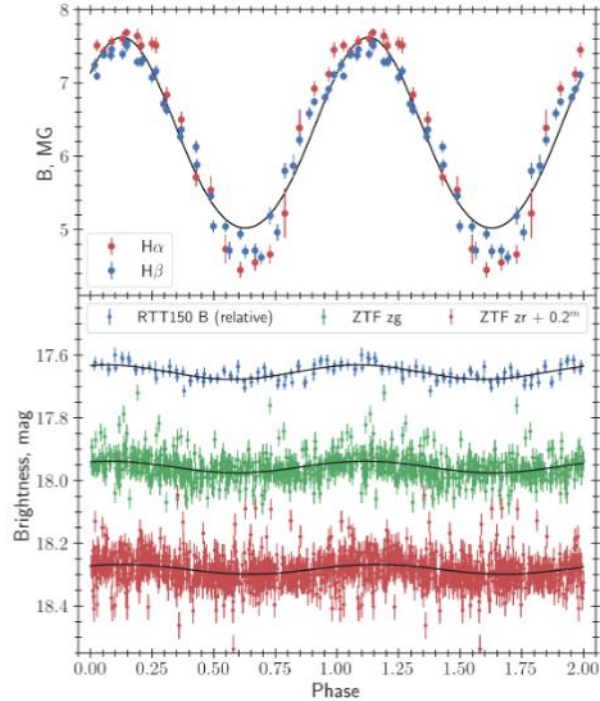
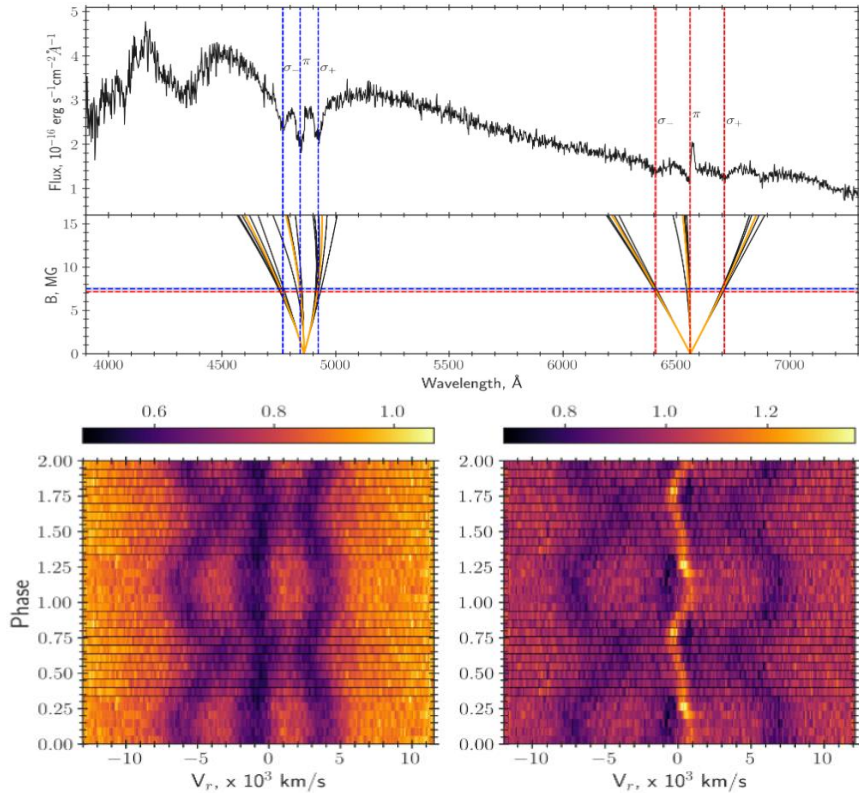
Аккреция в V379 Vir



Темп аккреции $\sim 3 \times 10^{-13} M_{\odot}/\text{год}$
 Для ветровой аккреции ожидается $\sim 10^{-15} M_{\odot}/\text{год}$



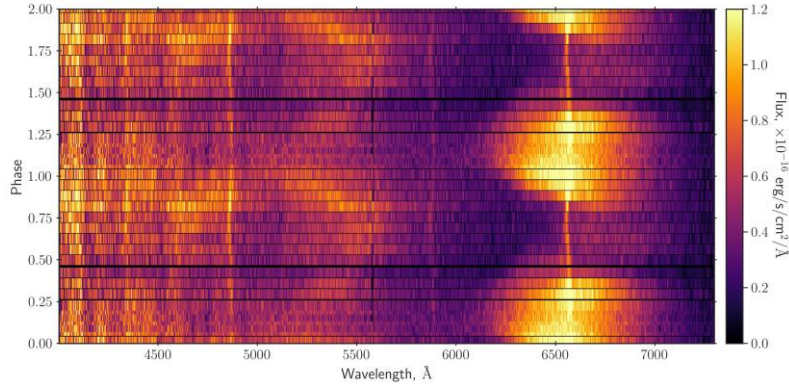
Спектроскопия V379 Vir



$$B = \frac{B_0}{2} \left(\frac{1-a}{r} \right)^3 (3 \cos^2 \theta + 1)^{1/2}$$

$$\bar{B} = \frac{\int B L \cos \gamma dS}{\int L \cos \gamma dS}$$

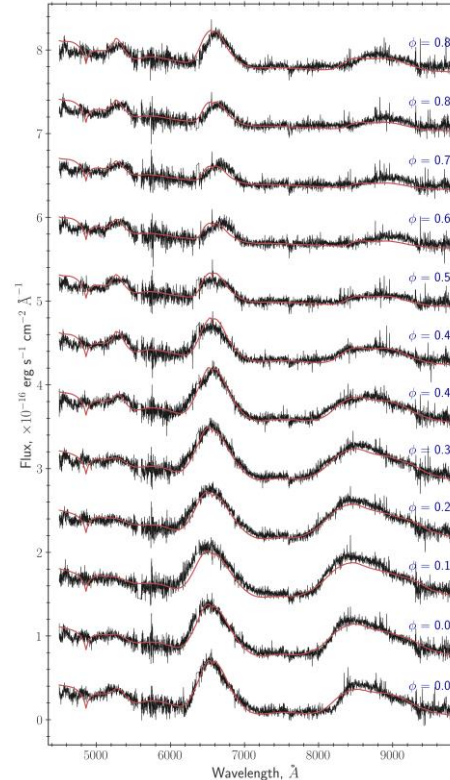
Спектроскопия IL Leo



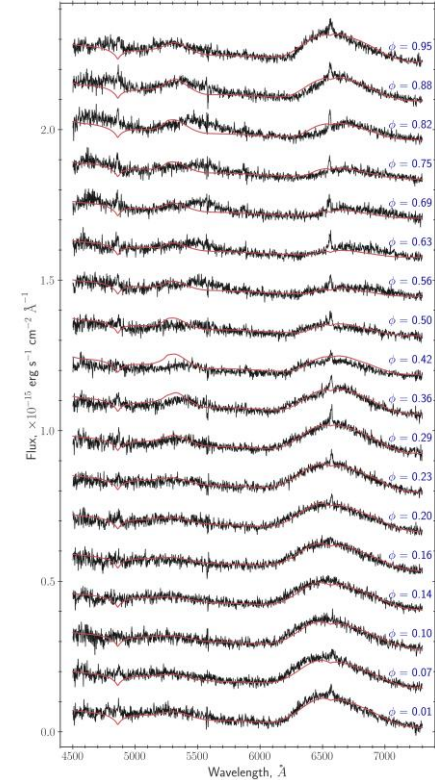
Динамический спектр IL Leo, полученный на БТА/SCORPIO

Параметр	Спектры БТА	Спектры VLT
$i, ^\circ$	69.7	68.5
$\beta, ^\circ$	17.9	16.7
$\psi, ^\circ$	312.8	285.2
$B_m, \text{МГц}$	41.32	41.45
$\log \dot{m}, \text{г см}^{-2} \text{с}^{-1}$	-2.58	-2.84
$M, M_\odot/\text{год}$	4.04×10^{-12}	2.14×10^{-12}
$f = S_{\text{spot}}/S_{\text{wd}}$	0.014	0.013

VLT/X-SHOOTER



БТА/SCORPIO



Спасибо за внимание!