

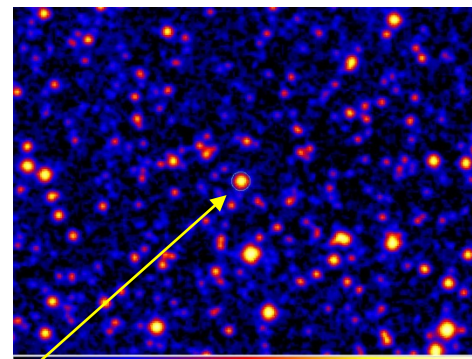
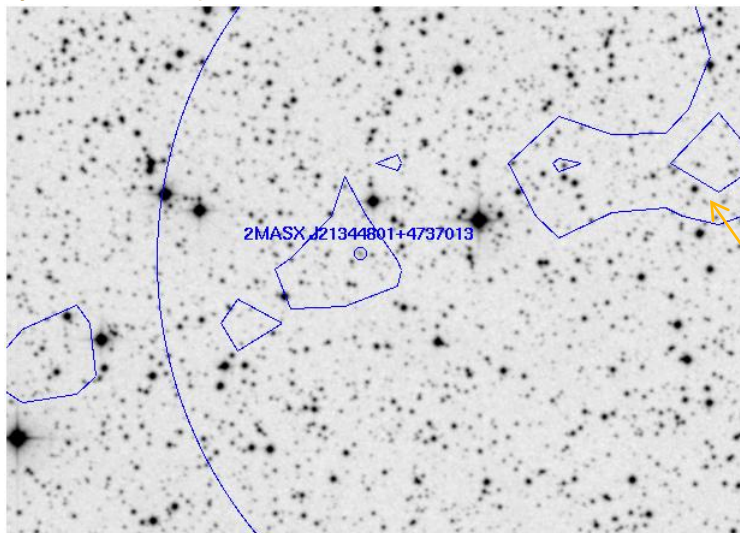


---

Исследование диска Ве-звезды в двойной  
массивной рентгеновской системе IGR  
J21343+4738.

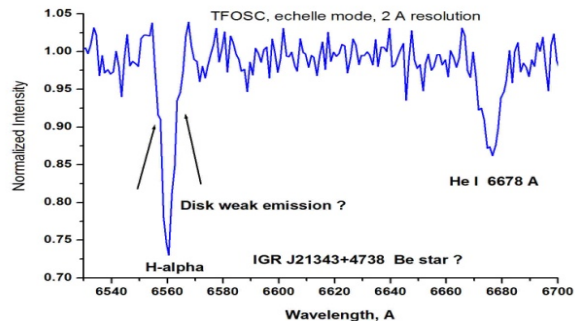
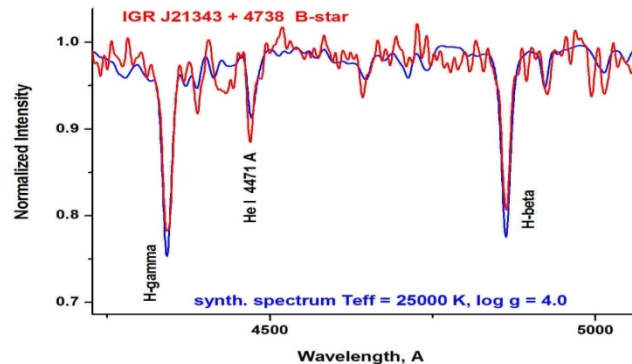
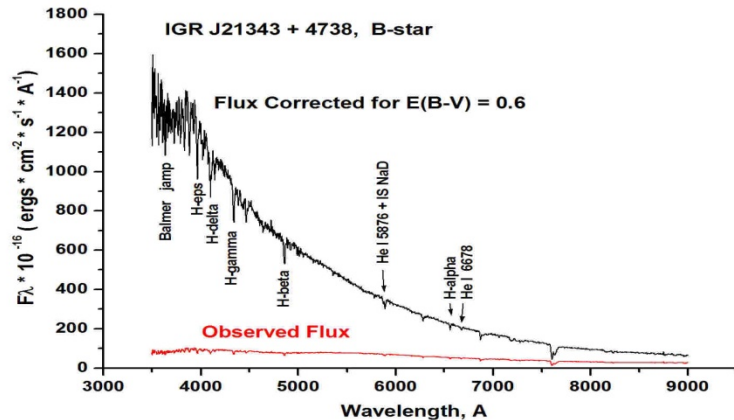
**Е.А. Николаева, И.Ф. Бикмаев, В.В. Шиманский,  
Ислентьева Е.С., М.А. Горбачев**

Источник жесткого рентгеновского излучения IGR J21343+4738 был обнаружен телескопом IBIS (P. Ubertini et al., 2003, *Astron. Astrophys.* 411, 131, 2003) космической обсерватории ИНТЕГРАЛ (Winkler et al. 2003, *Astron. Astrophys.* 411, L1) в декабре 2002 года (Krivonos et al. 2007, *Astrophys. J. Suppl. Ser.* 170, 175; Bird et al. 2007, *Astrophys. J. Suppl. Ser.* 170, 175). До февраля 2004 года ИНТЕГРАЛом регистрировался рентгеновский поток от объекта на уровне  $1.6 \pm 0.3$  мКраб  $\approx (2.3 \pm 0.4) \times 10^{-11}$  эрг  $\text{с}^{-1} \text{см}^{-2}$ , в марте 2004 г. поток упал ниже 0.5 мКраб, и объект стал невидим для ИНТЕГРАЛа, но не для телескопа Чандра. С помощью которого в декабре 2006 г. удалось отождествить слабый объект с оптической звездой яркостью  $V = 14.1^m$  с точностью  $1''$  (Sazonov et al. , 2008, *Astron. Astrophys.* 487, 509).



IGR21343+4738

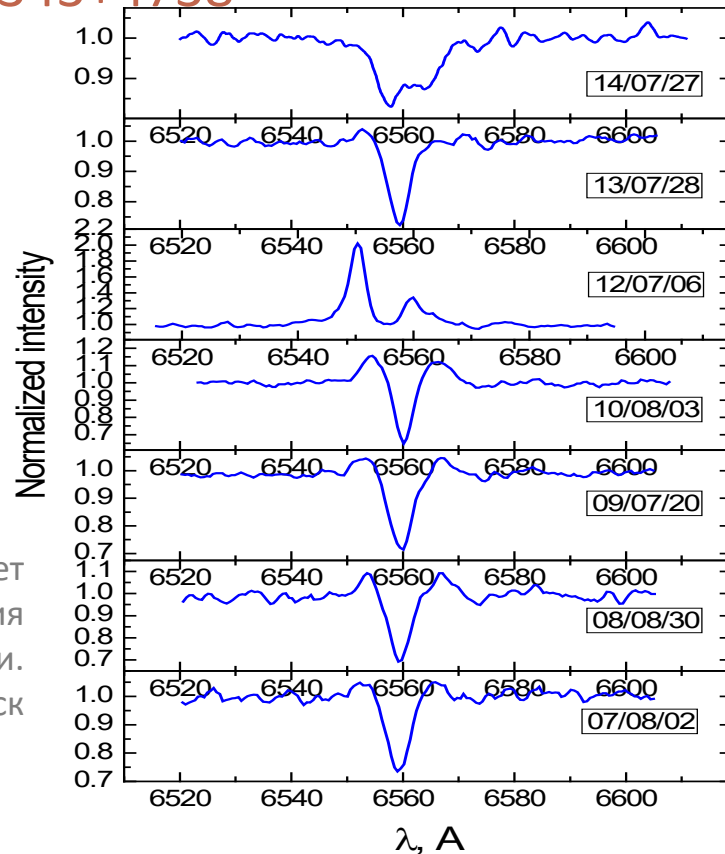
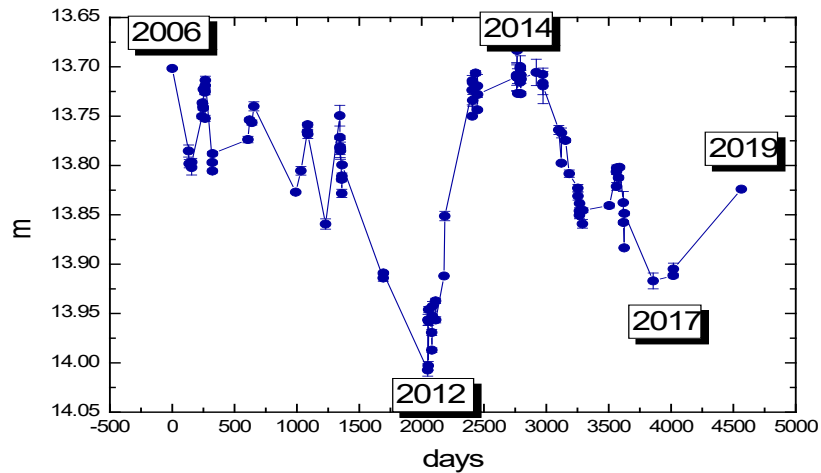
В работе Бикмаева И.Ф. и др. (2008, *Astron. Lett.* 34, 653) впервые классифицировали оптическую звезду как звезду класса B3 из-за наличия в спектре абсорбционных линий водорода H $\alpha$  и гелия He I, и отсутствия линий ионизованного гелия He II, и показали, что оптическая компонента является Be-звездой.



Более точно определить спектральный класс оптической звезды как B1IVe и найти параметры её звездной атмосферы ( $T_{\text{eff}} = 25000\text{K}$ ,  $\log g = 3.75$ ,  $v \sin i = 380 \text{ km s}^{-1}$ ) удалось Рейгу и Зезасу (2014a, *Astron. Astrophys.* 561, A137) в период отсутствия околозвездного экваториального диска в августе 2013 года. Авторы также определили расстояние до системы - 8.5 кпк.

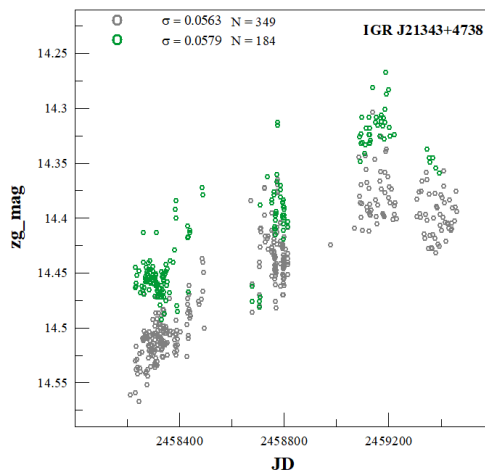
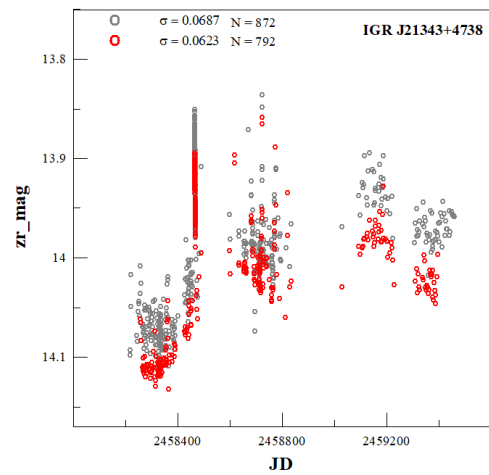
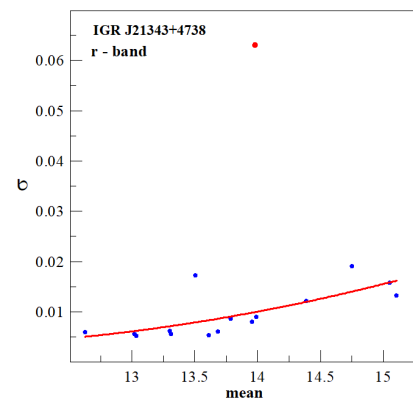
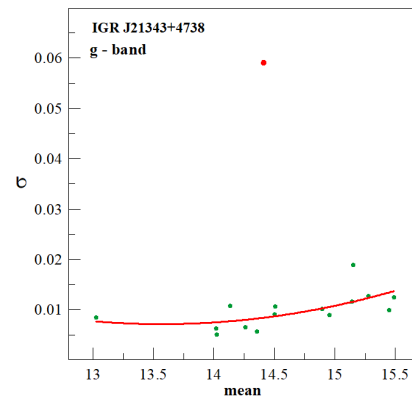
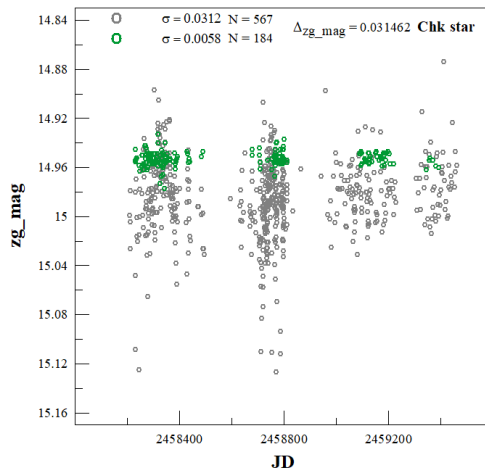
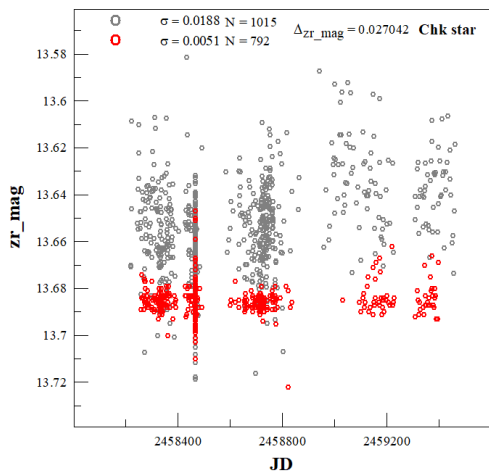
# Корреляция изменения блеска системы и изменения профиля

## линии $H\alpha$ IGR J21343+4738



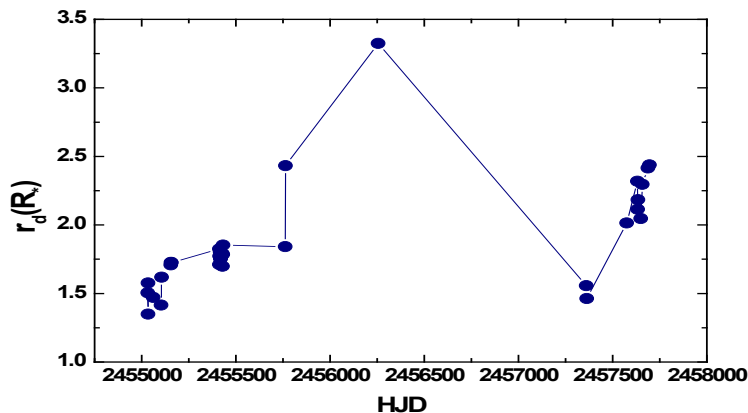
Наиболее яркие следы присутствия диска показывает линия  $H\alpha$ , приобретающая сложную структуру – абсорбция обрамляется с двух сторон эмиссионными пиками. Падение яркости происходит, когда экваториальный диск заслоняет звезду.

# ZTF фотометрия IGR J21343+4738 ([arXiv:2102.11304](https://arxiv.org/abs/2102.11304))



Цветом на графиках справа выделены измерения, выполненные М. Горбачевым, серым цветом - фотометрия с сайта ZTF. Верхние графики относятся к звезде сравнения, нижние - к объекту. На графиках отмечено среднее квадратичное отклонение и количество точек + для звезды сравнения разница в средних значениях блеска между разными данными. Панель сверху демонстрирует переменность исследуемой звезды относительно звезд фона.

## Изменение размеров экваториального диска со временем.



$$\frac{r_d}{R_*} = \left( \frac{2v_* \sin i}{\Delta V} \right)^{1/j} \quad \text{Huang (1972)}$$

$\Delta V$  - разделение пиков, определяемое как разница между центральными длинами волн красного и фиолетового пиков.

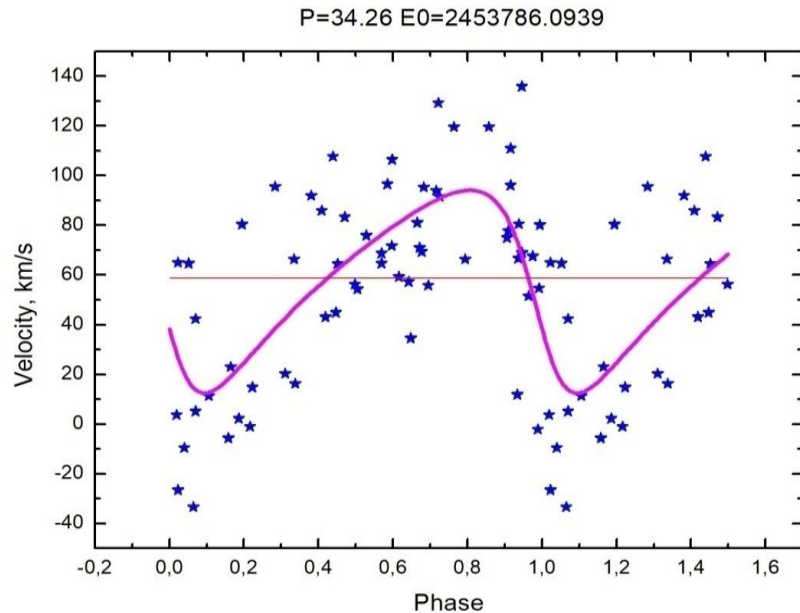
$v_*$  и  $R_*$  - скорость и радиус звезды,

$j = 1/2$  (для кеплеровского диска)

$v_* \sin i = 380 \text{ км / с}$  (P. Reig and A. Zezas, MNRAS 442, 472, 2014)

Сложная структура линии  $H\alpha$  обусловлена физическим строением Ве-звезды, состоящей из быстровращающейся звезды спектрально класса В и окружающего её экваториального диска, образующегося из фотосферной плазмы вследствие вращения звезды. В результате на абсорбционный фотосферный спектр звезды накладываются эмиссионные линии от экваториального диска. Наиболее яркие следы присутствия диска обычно показывает линия  $H\alpha$  – абсорбция обрамляется с двух сторон эмиссионными пиками. Разность между длинами волн максимумов пиков  $\Delta V$  можно интерпретировать как внешний радиус области формирования эмиссионных линий, соответствующая этой разности скорость является скоростью вращения внешних частей экваториального диска. И т.к. скорость вращения диска зависит от радиуса, отсюда можно определить размер диска.

**Кривая лучевых скоростей** оптической звезды построена по линиям HeI 4471 и 4387. Найдены два возможных орбитальных периода системы, равные 34 и 160 дней и два набора возможных орбитальных параметров:  $P=34.26\pm 0.02$  дня,  $K=41\pm 6$  км/с,  $e=0.36\pm 0.11$  и  $P=160.8\pm 0.3$  дня,  $K=53\pm 15$  км/с,  $e=0.38\pm 0.18$ . Исследовано изменение размеров экваториального диска Ве-звезды по измерениям параметров многокомпонентного профиля линии H $\alpha$ .



В пользу периода 160 дней, говорит тот факт, что согласно диаграмме Корбета (Corbet R. H. D., 1984, AA, 141, 91) периоду пульсаций нейтронной звезды 320с (P. Reig and A. Zezas, MNRAS 442, 472, 2014) соответствует оценка орбитального периода порядка 100-300 дней. Период 34 дня согласуется с другими физическими параметрами системы. Т.к. линия H $\alpha$  имеет профиль оболочки (тип shell), В звезда вращается с большой скоростью  $V\sin i=380$ км/с (измерено во время отсутствия экваториального диска), и обнаружено падение блеска оптической звезды из-за того, что экваториальный диск заслоняет звезду, угол наклона орбиты должен быть велик.