

Экзоастероиды в системах с нейтронными звездами/черными дырами

Мансур Ибрагимов

ИНАСАН

Физика звезд: теория и наблюдения

Москва, ГАИШ МГУ

30 июня 2023

The background is a dark, star-filled space scene. A bright, white star is positioned in the upper center, casting a glow. To the left, a blue planet with prominent rings is shown. To the right, a smaller yellow planet is visible. A wide, glowing disc of dust and debris extends across the middle of the scene, illuminated by the star. The foreground is filled with numerous small, brownish rocks and dust particles.

Debris discs, exoasteroids and exocomets

Mark Wyatt

Institute of Astronomy, University of Cambridge

HARDY

план

1. Красные вспышки – компактные объекты (3 системы)
2. Красные вспышки – нормальные звезды (1 система)
3. Открытие debris-диска у одиночной H3 (Nature 2006)
4. Очень коротко – связь между KB и debris-дисками

V404 Cyg: рентгеновская двойная с ЧД

Monthly Notices

of the
ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY

MNRAS 459, 554–572 (2016)

Advance Access publication 2016 March 14



doi:10.1093/mnras/stw571

Furiously fast and red: sub-second optical flaring in V404 Cyg during the 2015 outburst peak

P. Gandhi,^{1*} S. P. Littlefair,² L. K. Hardy,² V. S. Dhillon,^{2,3} T. R. Marsh,⁴
A. W. Shaw,¹ D. Altamirano,¹ M. D. Caballero-Garcia,⁵ J. Casares,^{3,6,7} P. Casella,⁸
A. J. Castro-Tirado,^{9,10} P. A. Charles,¹ Y. Dallilar,¹¹ S. Eikenberry,¹¹ R. P. Fender,⁷
R. I. Hynes,¹² C. Knigge,¹ E. Kuulkers,¹³ K. Mooley,⁷ T. Muñoz-Darias,^{3,6} M. Pahari,¹⁴
F. Rahoui,^{15,16} D. M. Russell,¹⁷ J. V. Hernández Santisteban,¹ T. Shahbaz,^{3,6}
D. M. Terndrup,¹⁸ J. Tomsick¹⁹ and D. J. Walton²⁰

Невероятно быстрые и красные: суб-секундные оптические вспышки V404 Cyg в пике поярчания 2015 г.

V404 Cyg: black hole X-ray binary

BH mass: 8-15 Msun

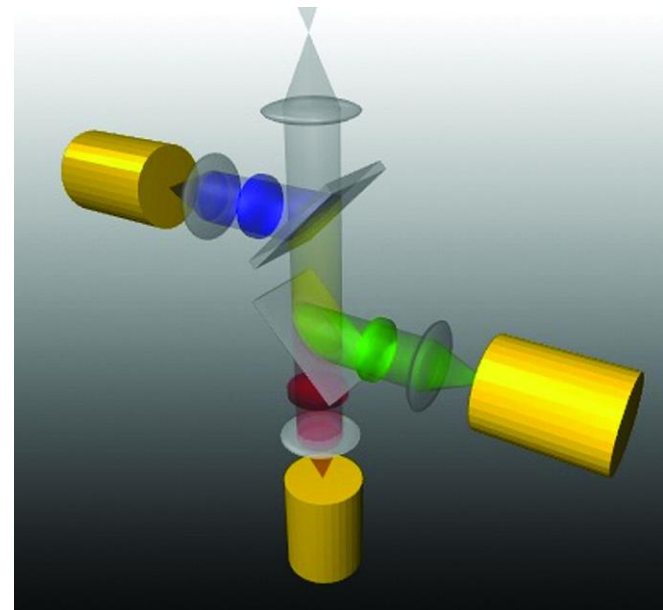
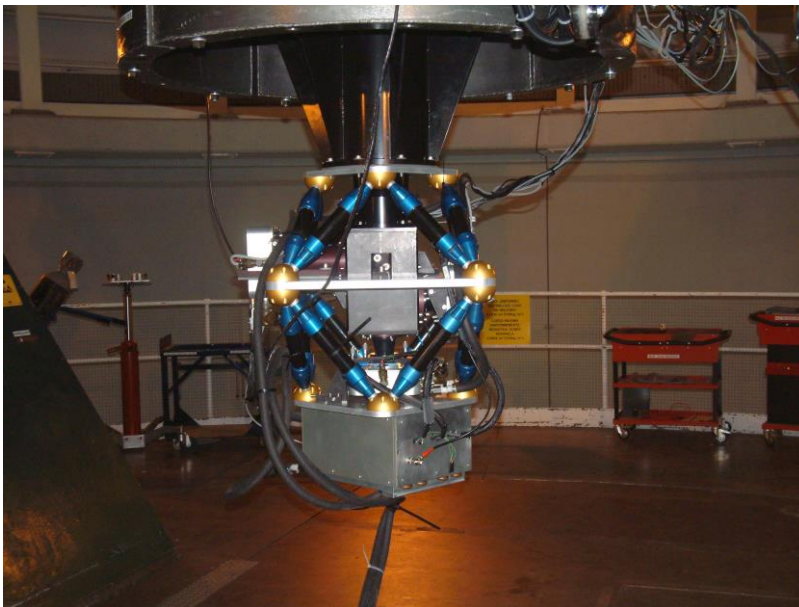
ULTRACAM fast imager

4.2m William Herschel Telescope

La Palma, Canary Islands

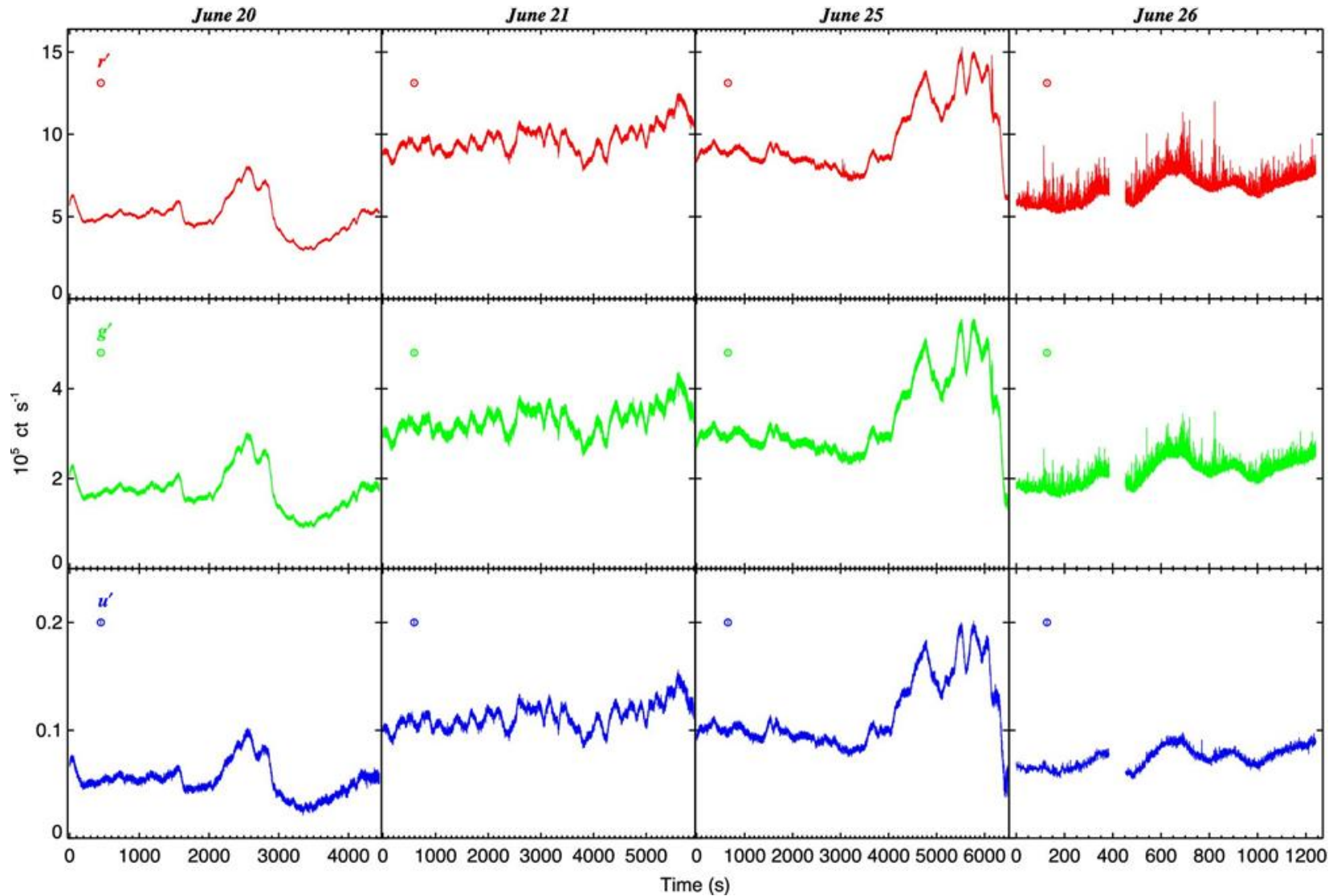
SDSS filters: u' /g' /r'i'z'

count rate: ~ 2,000/sec for V=18m



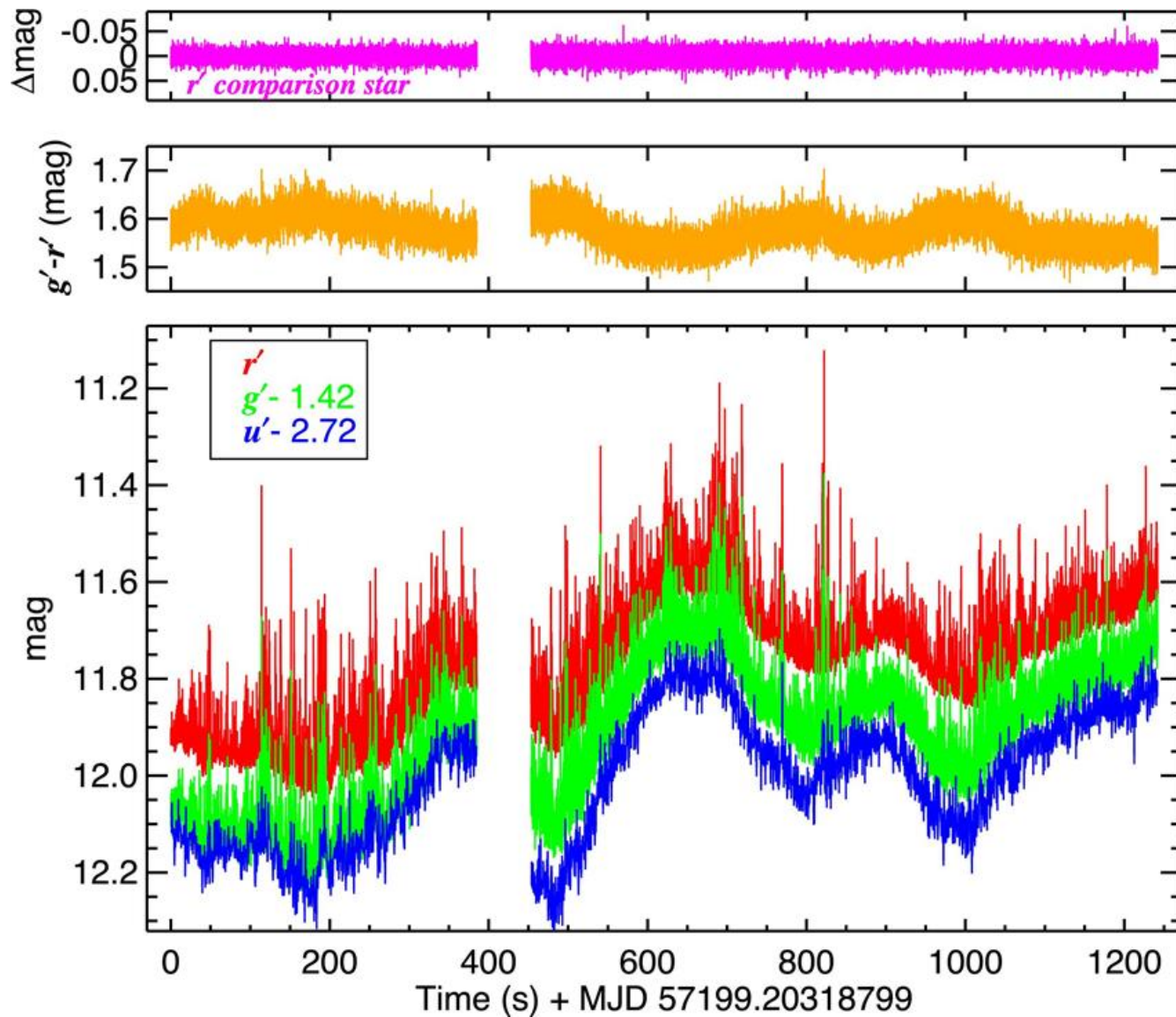
V404 Cyg: 2015 июнь 20 /21 /25 /26

фильтры: u' / g' / r'

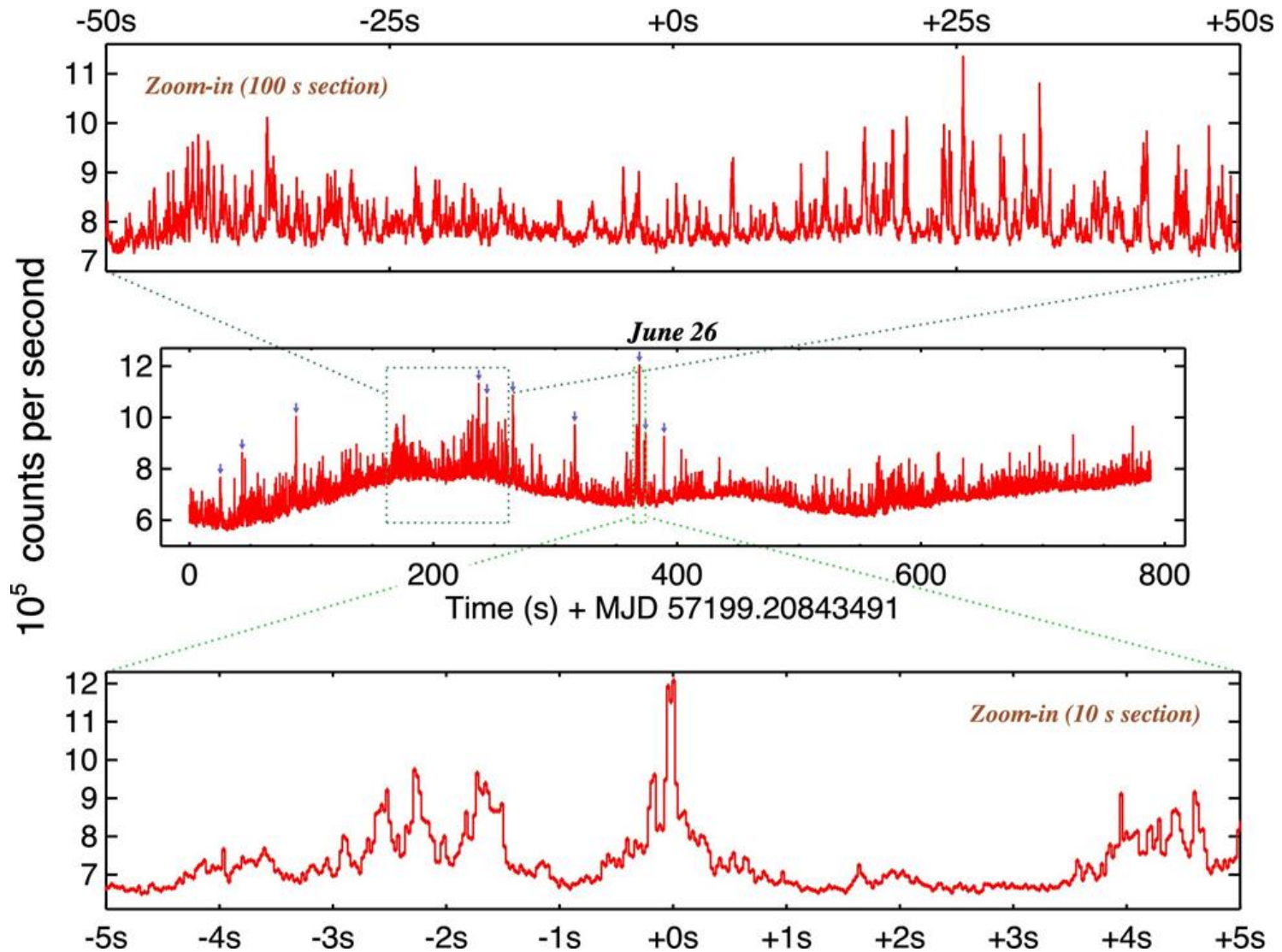


V404 Cyg: 2015 июнь 26

фильтры: u' / g' / r'



V404 Cyg: 26 июн 2015 /r' /zoom 100s /zoom 10s
flares reach peak optical luminosities of \sim few $\times 10^{36}$ erg/s



MAXI J1820+070: LMXB рентгеновская двойная с ЧД

Red sub-second optical flaring in MAXI J1820+070
observed by ULTRACAM/NTT

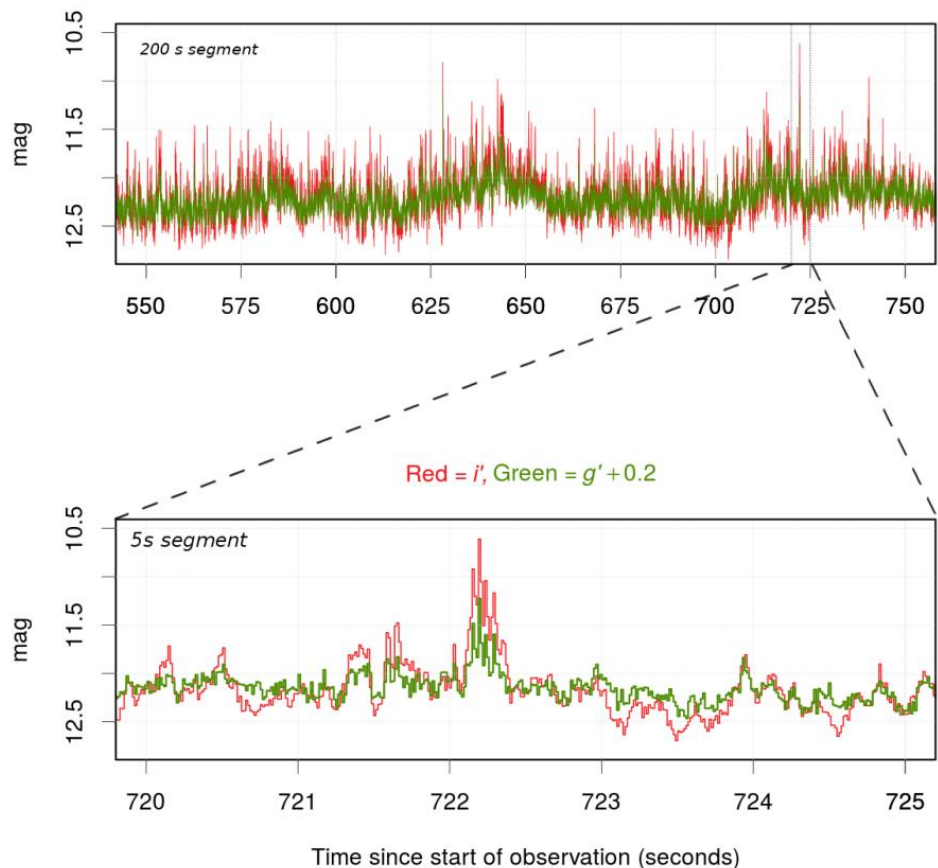
ATel #11437; *Poshak Gandhi, John A. Paice (U. Southampton), Stuart P. Littlefair, Vik S. Dhillon (U. Sheffield), Paul Chote, Tom R. Marsh (U. Warwick)*
on 17 Mar 2018; 00:32 UT

ULTRACAM at 3.6m NTT/La Silla
2018 March 16 UT 08:45 to UT 10:10

SDSS filters: u' / g' / i'

Median S/N per frame is 24 (i') and 19 (g')

MAXI J1820+070 - 2018 March 16 - Ultracam



Such strong and fast sub-second flares
have not been probed before in sources as
bright as this
(GX 339-4 is several mag fainter at peak,
and the flares in V404 Cyg were relatively
much weaker)

Strongest i' flare peaks a factor of ~ 4.3
in flux (**delta-mag ~ 1.6**) above the adjacent
mean flux level

Flare has a duration of only ~ 0.3 s and
shows clear shorter sub-structure

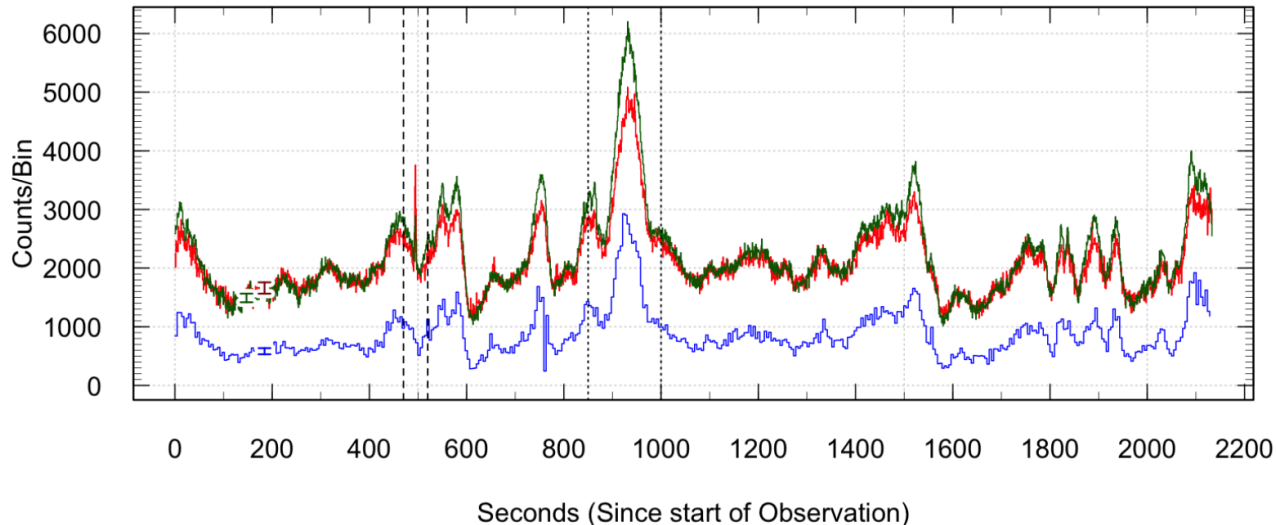
Swift J1858.6-0814: природа (пока) не понятна маломассивная рентгеновская двойная (LMXB) ?

Blue Oscillations and Rapid Red Flares in Swift J1858.6-0814 Observed with ULTRACAM/NTT

ATel #12197; *J. A. Paice (Univ. Southampton, IUCAA), P. Gandhi (Southampton), V. S. Dhillon (Sheffield), T. R. Marsh, M. Green (Warwick), E. Breedt (Cambridge)*
on 10 Nov 2018; 05:29 UT

ULTRACAM, 3.6m ESO/NTT
2018 Nov 09
UT 00:30-01:18, ~48 min
SDSS u' /g' /i'
Median S/N per frame
15u' /31g' /24i'

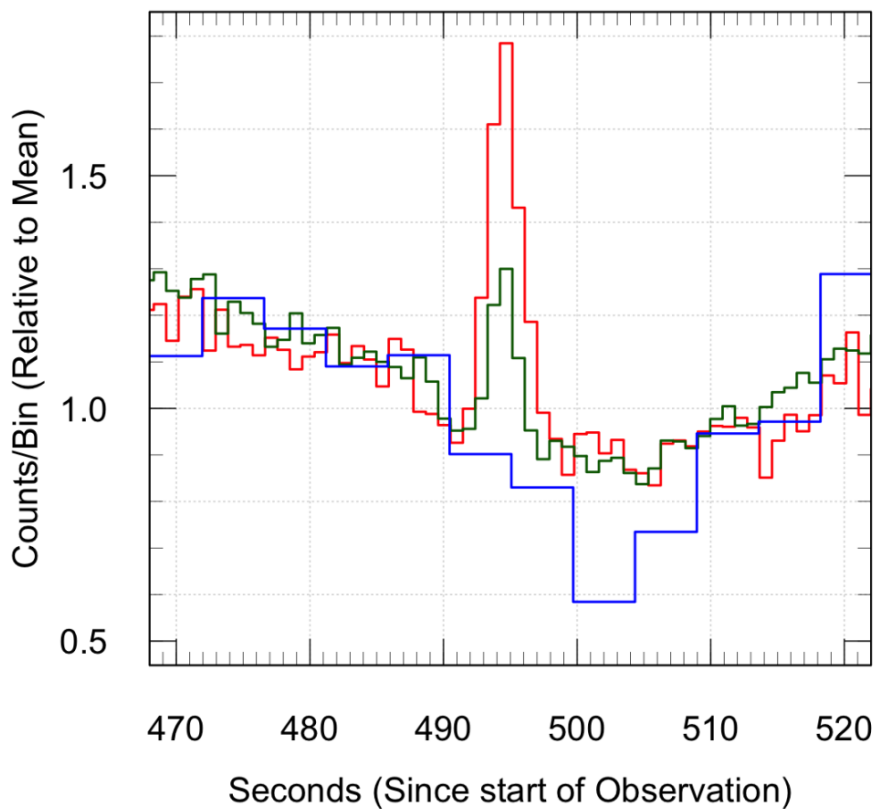
Swift J1858.6-0814 Lightcurve (2018 November 9)



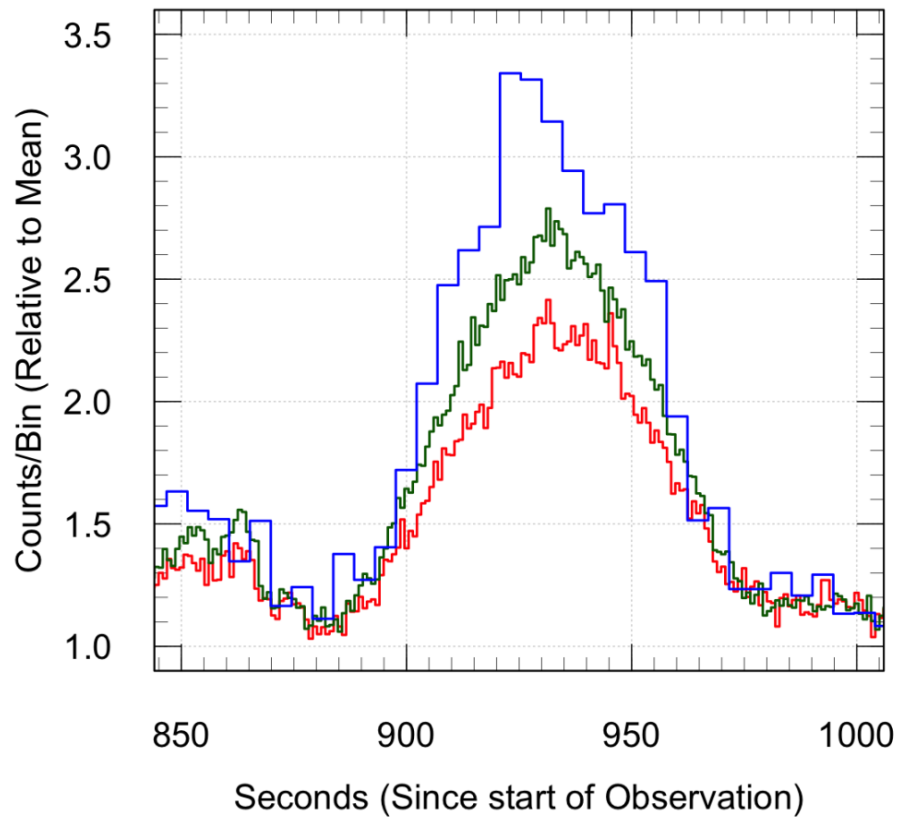
BLUE: strong variability
timescales of minutes
rise and dip by factor of ~2-5

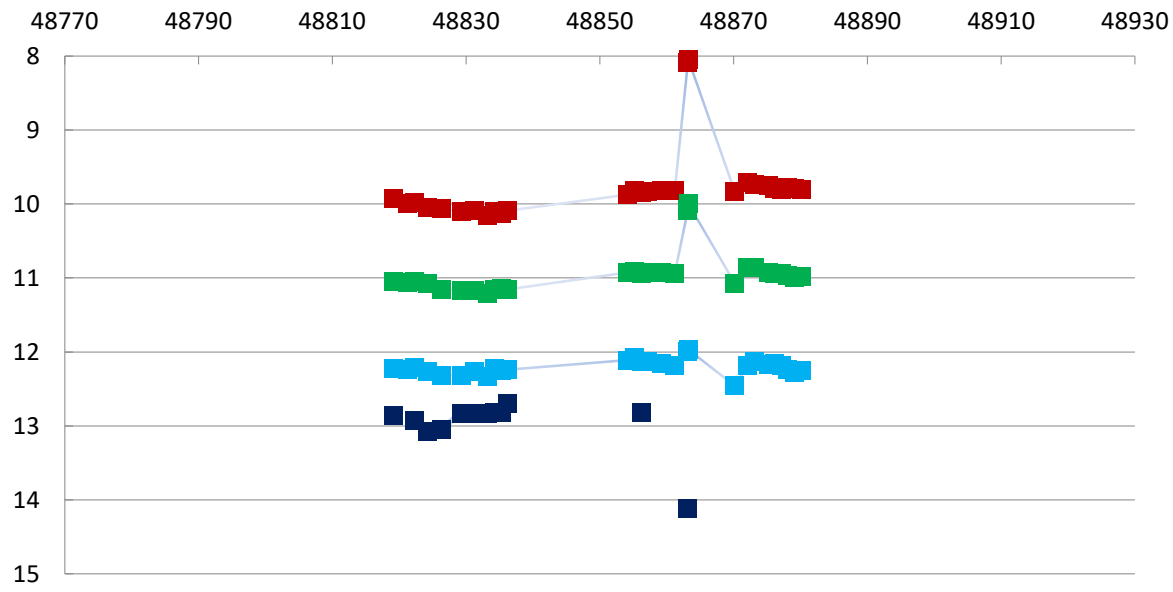
RED: sporadic short flare
< ~5 s
significantly red colour

**Swift J1858.6-0814 Lightcurve
(2018 November 9)
Rapid Flaring - Relative Counts**



**Swift J1858.6-0814 Lightcurve
(2018 November 9)
Long-term Variation - Relative Counts**



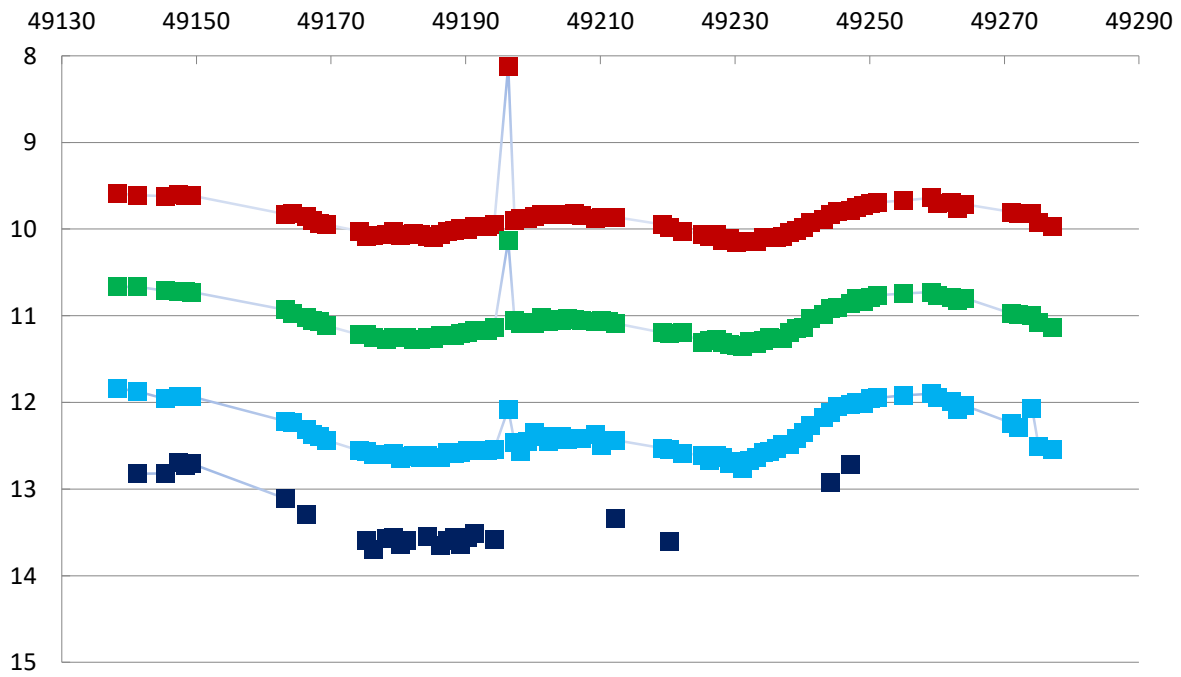


28.08.1992

68 минут

3 BVR + 1 U

IX Oph: binary K1 III + ?
ф/м UBVR (Ibrahimov 2019)
2 красные вспышки



27.07.1993

~2 минуты

1 BVR

НОРМАЛЬНЫЕ ЗВЕЗДЫ:

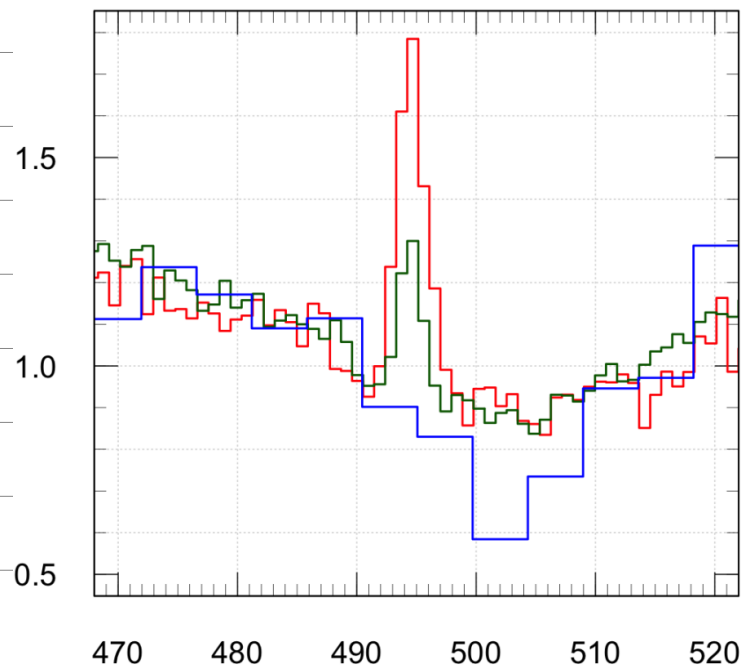
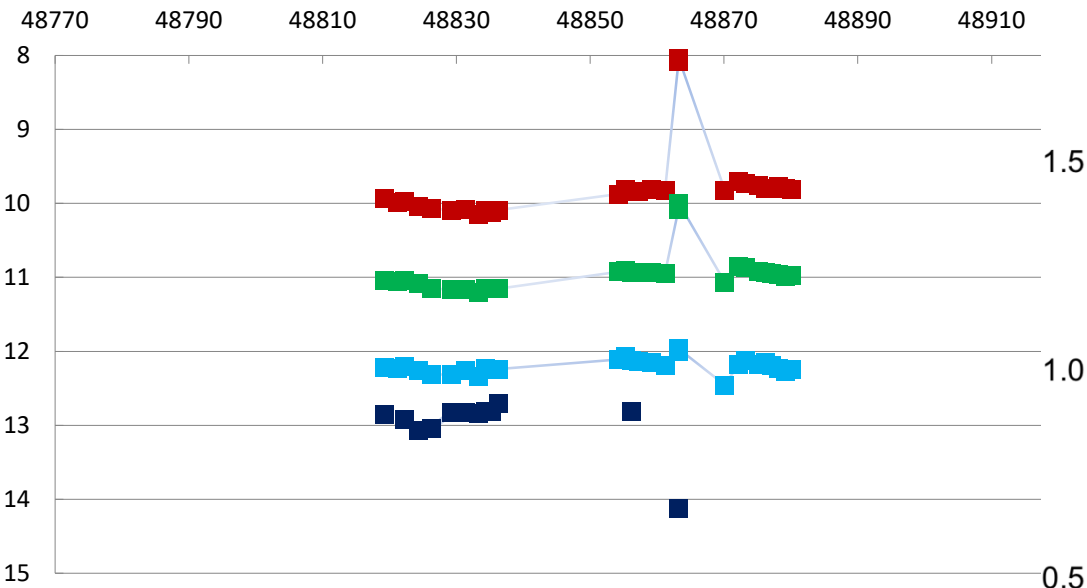
единичные события, часы, $\geq 10^{36}$ эрг/с

IX Ori / 1992 / 1 вспышка / 68 минут /
 $> 10^{39}$ эрг/с

КОМПАКТНЫЕ ИСТОЧНИКИ:

много событий, суб-сек/сек, $\sim 10^{36}$ эрг/с

V404 Cyg / 2015 / 10ки вспышек / суб-сек /
 $\sim 10^{36}$ эрг/с



оптика: нормальные звезды красные вспышки

СТАТИСТИКА:

4 объекта / 6 вспышек

UU CrB (1) FF Ori (2) IX Oph (2)

7×10^{35} 10^{36} $> 10^{39}$ (эрг)

НАДЕЖНОСТЬ:

5 человек / 4 телескопа / 3 обсерватории

ОСОБЕННОСТИ:

звезда/система

F-K типа

(2 системы двойные)

длительность

> 30 мин

(медленные вспышки)

рекуррентность

2 объекта

(повторение через ~ 1 год)

«3-КРАСНОСТЬ»:

красный максимум

(максимум в R/I)

красные амплитуды

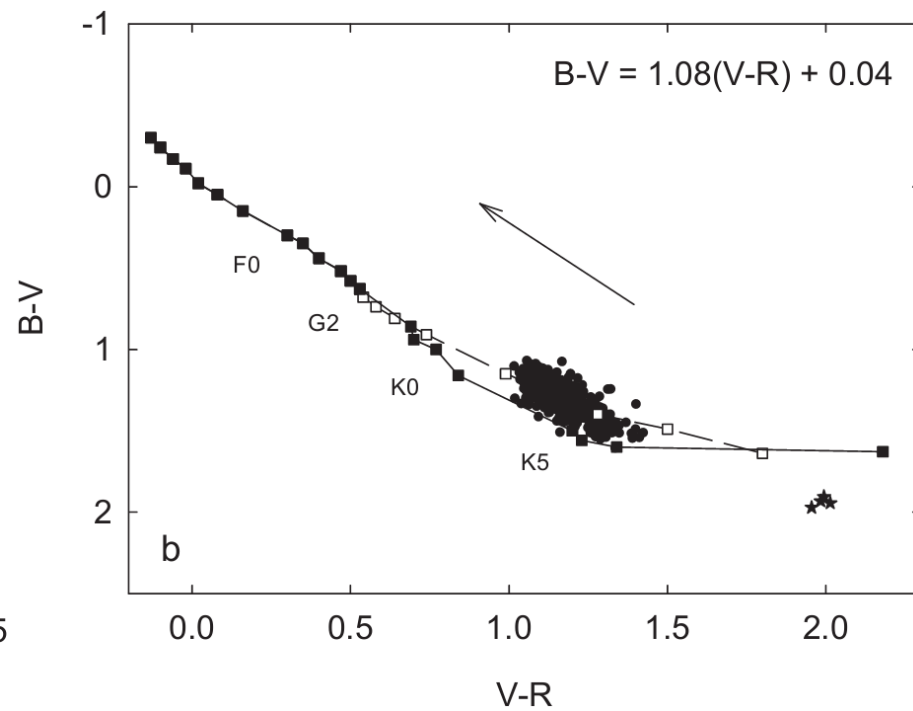
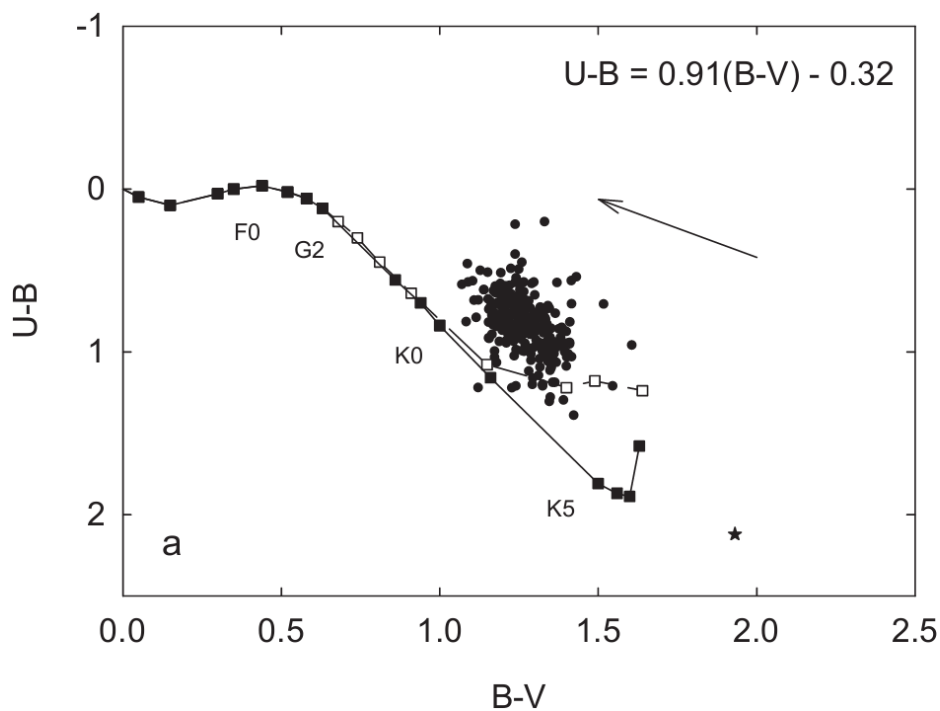
$(\Delta R > \Delta V > \Delta B > \Delta U)$

красные цвета

(IX Oph: U-B, B-V, V-R ~ 2 mag)

IX Орh: диаграммы (U-B, B-V) и (B-V, V-R)

Майданак 1987-2003



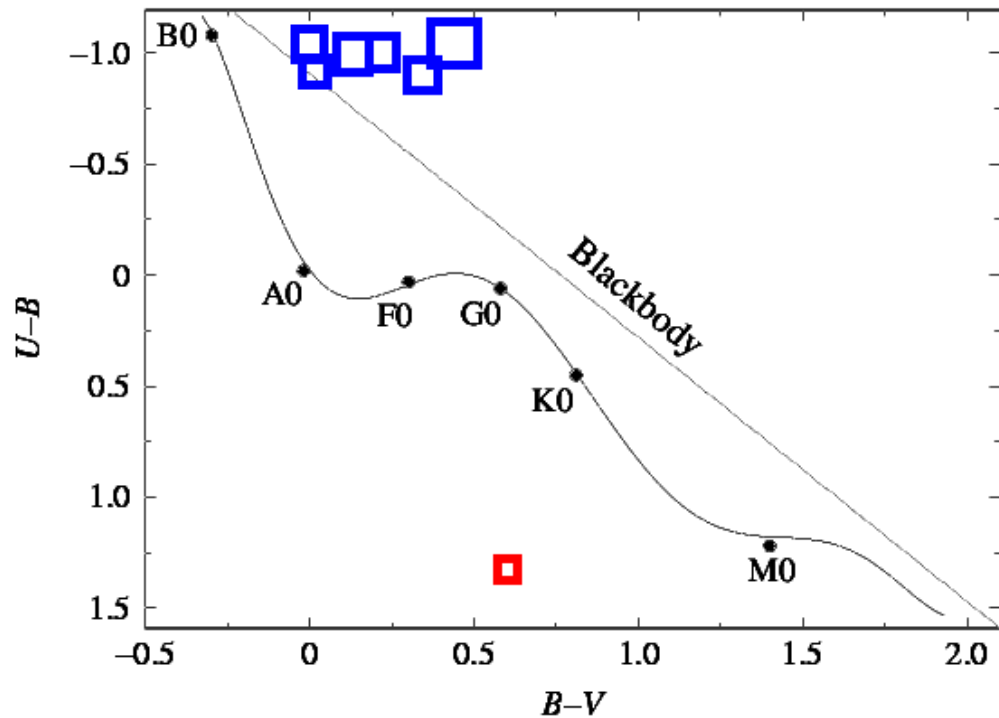
красные цвета:

ок

синие цвета:

избыток (U-B) ≈ -0.3

диаграмма (U-B, B-V): собственные цвета вспышек
UV Cet type stars vs. IX Oph



цвета UV Сет-звезд
цвета IX Оph

Гершберг 2015
Ибрагимов 2019

ударные экзоспышки/импакты в ИК

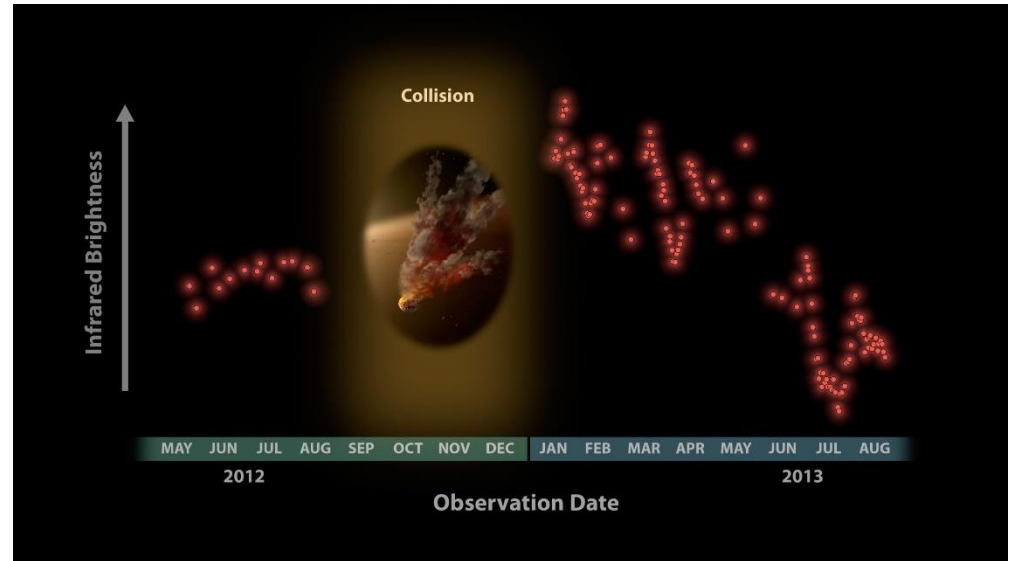
Вспышка-1 (Meng+ 2014)

Spitzer: 3.6 and 4.5 μm

ID8 NGC2547 (2012-2013)

asteroid size $\sim 180 \text{ km}$

asteroid density $\sim 3700 \text{ kg/m}^3$



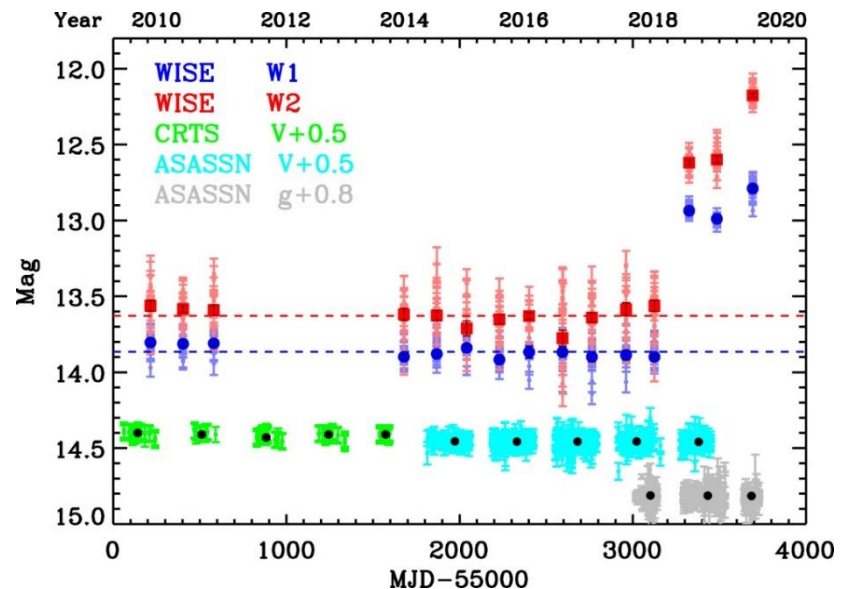
Вспышка-2 (Wang+ 2019)

WISE: 3.4 and 4.6 μm

WD 0145+234 (2018-2019)

asteroid size $\text{few} \times 10^1 \text{ km}$

dust mass $\sim 3 \times 10^{15} - 3 \times 10^{17} \text{ kg}$



Одиночные НЗ: debris-диск / экзопланеты

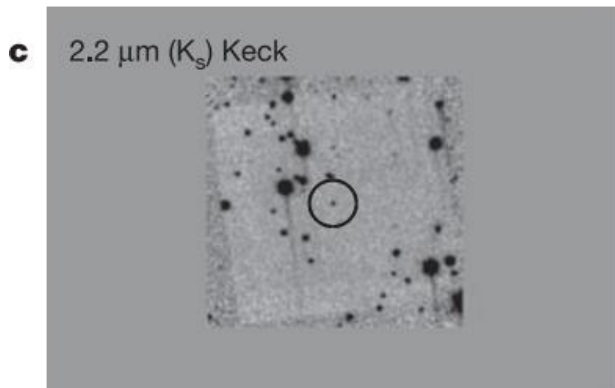
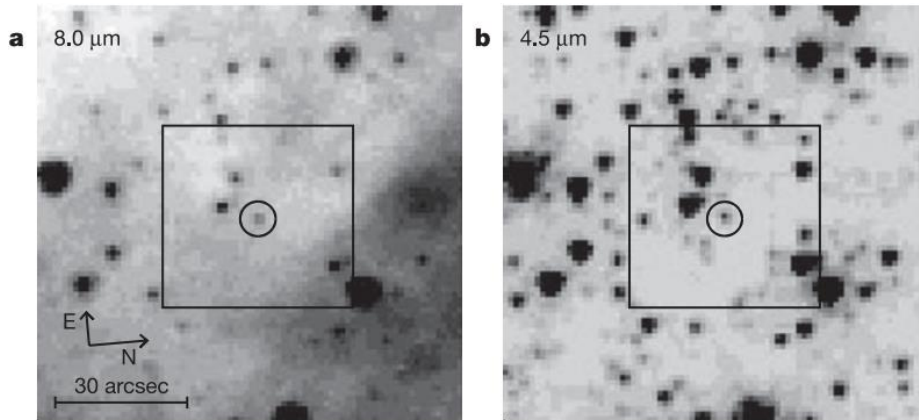
nature

Vol 440|6 April 2006|doi:10.1038/nature04669

LETTERS

A debris disk around an isolated young neutron star

Zhongxiang Wang¹, Deepto Chakrabarty¹ & David L. Kaplan¹



Astronomy & Astrophysics manuscript no. ms
May 23, 2017

©ESO 2017

Neutron Star Planets: Atmospheric processes and habitability

A. Patruno^{1,2} and M. Kama^{3,1}

Table 3. Atmospheric Temperature Range for Pulsar Planets.

Planet	Mass (M_{\oplus})	T_{\min} (K)	T_{\max} (K)
PSR B1257+12 b	0.02	70	899
PSR B1257+12 c	4.3	51	652
PSR B1257+12 d	3.9	45	577
PSR B1620–26 b	795	10	83
PSR J1719–1438 b	318	NA	3540

Note: The planet PSR B1257+12b is probably not massive enough to retain any atmosphere.

AXP 4U 0142+61

Spitzer/2005 Jan 17: 8.0 μm (75min), 4.5 μm (77min)

Keck-I/2001 Nov 01: Ks-band (2.2 μm)

Pulsar Ks < 20, no other object within 4.0" Ks < 22

~10 Earth masses

Rin = 2.9Rsun, Rout = 9.7Rsun

Сравнение параметров: нормалы / компакты

параметр	нормалы	компакты
энергии	похожие ($\geq 10^{36}$ эрг/сек)	
амплитуды/мах	похожие (2.0m / 1.6m)	
З-красность	присутствует	
U-затмение	присутствует	
вспышки	единичные	множественные
диски/ R_{sun}	~500	~5

если экзоастероиды, то для компактов 2 эффекта:

«эффект хоккея»

«эффект метеорного дождя»

ВЫВОДЫ

КВ (нормалы) = единичные ударные вспышки экзоастероидов

КВ (компакты) = «метеорные дожди» вспышек экзоастероидов



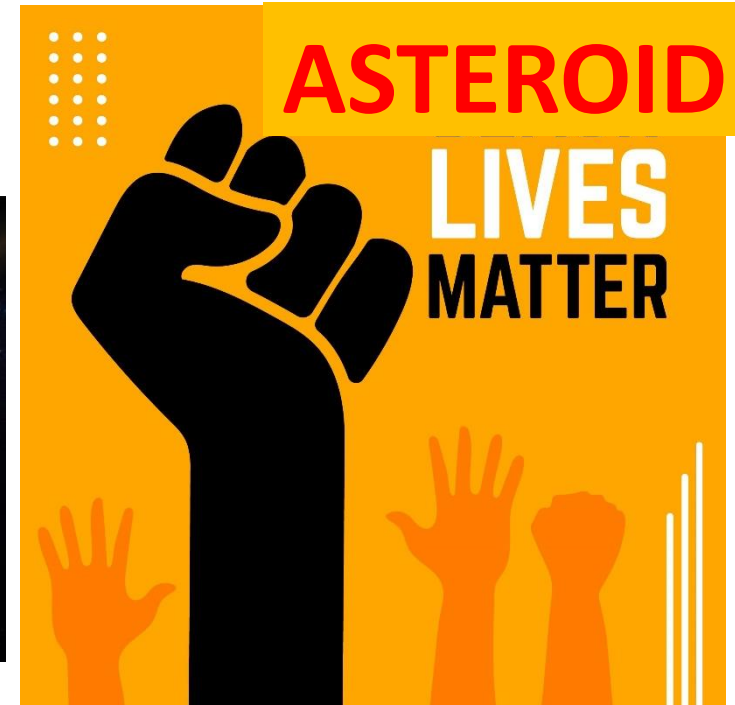
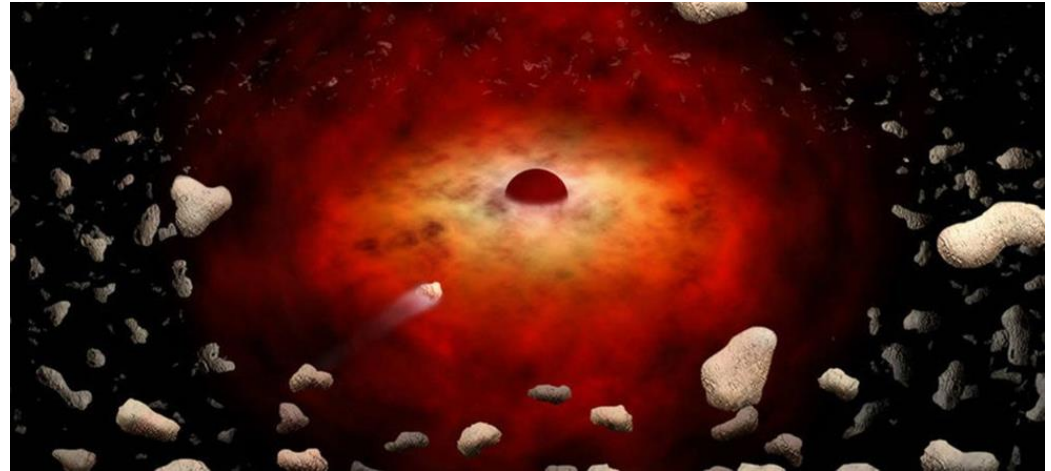
**КВ (компакты) как свидетельство наличия
экзоастероидов в системах с НЗ/ЧД**

экзоастероиды имеют значение !

ГА ООН
декабрь 2016 г.

International Asteroid Day

<https://news.un.org/ru/story/2018/06/1333592>



СПАСИБО !