

МНОГОЦВЕТНАЯ ФОТОМЕТРИЯ КАРЛИКОВОЙ
НОВОЙ HS 0218+3229П.Ю.ГОЛЫШЕВА¹, С.В.АНТИПИН¹, А.В.ЖАРОВА¹,
Н.А.КАТЫШЕВА¹, Д.ХОХОЛ², С.Ю.ШУГАРОВ^{1,2}

Поступила 13 января 2012

Принята к печати 4 апреля 2012

Статья посвящена изучению катаклизмической переменной HS 0218+3229. Анализ 2000 ПЗС и 200 фотографических наблюдений тесной двойной системы HS 0218+3229 в интервале 1963-2010гг. показал наличие двух вспышек (в 1980 и 2007гг.) с амплитудой около 4^m в полосах pg и V . Переменная классифицирована как карликовая новая типа UGSS с редкими вспышками симметричной формы, что является характеристикой вспышек типа "inside-out". Уточнен орбитальный период, $0^d.2973559$, в течение которого наблюдается двойная волна, вызванная эффектом эллипсоидальности вторичного компонента - звезды класса K5V. Приводятся и объясняются фазовые кривые блеска и показатели цвета, интерпретируется положение объекта на двухцветных диаграммах. Обнаружено различие орбитальных кривых блеска до и после вспышки, определены некоторые физические характеристики тесной двойной системы.

Ключевые слова: *Фотометрия:звезды:тесные двойные системы:
карликовые новые*

1. *Введение.* Катаклизмические звезды - это тесные двойные системы на поздней стадии эволюции. Они состоят из звезды донора (красного карлика Главной последовательности) и белого карлика (БК). Из-за аккреции вещества донора на БК вокруг него образуется аккреционный диск, который вносит значительный вклад в излучение от системы. При определенных условиях диск может резко увеличить светимость, и мы наблюдаем вспышку карликовой новой.

HS 0218+3229 (RA = $2^h21^m33^s.49$, Del = $+32^\circ43'24''.0$, J2000, 2MASS) была впервые заподозрена как катаклизмическая переменная (КП) в работе [1]. Родригес-Гиль и др. [2] с 2000 по 2005гг. провели фотометрические и спектральные наблюдения переменной на разных телескопах. Изучение фотометрических рядов системы не показало наличия вспышек, и авторы классифицировали HS 0218+3229 как катаклизмическую переменную без уточнения типа. Наличие сильных эмиссионных линий серии водорода в спектре объекта свидетельствует о том, что в системе присутствует слабый аккреционный диск. Абсорбционные линии в красной области спектра характеризуют преобладание холодного компонента класса K5V. В статье были определены орбитальный период, равный $0^d.297229661 \pm 0^d.000000001$,

угол наклона орбиты ТДС - $i = 59^\circ \pm 3^\circ$, отношение масс - $0.52 < q < 0.65$, оценены массы белого карлика a - $0.44 < M_1/M_\odot < 0.65$ и вторичного компонента - $0.23 < M_2/M_\odot < 0.44$ и расстояние до системы 0.87-1.0 кпк.

Независимо от [2] звезда была открыта С.В.Антипиным в 2006г. по негативам фототеки ГАИШ как вспыхивающая переменная - вероятная карликовая новая. По фотографическим наблюдениям была обнаружена лишь одна вспышка в сентябре 1980г. с амплитудой около $4^m.5$ в полосе B_{pg} .

HS 0218+3229 была отождествлена с источником рентгеновского излучения 1RXS J022133.6+324343 и инфракрасным источником 2MASS J02213348+3243239.

2. Наблюдения. После сообщения Антипина [3] было решено начать систематические наблюдения этого объекта с целью более подробного изучения вспышечной переменности и более точной классификации новой переменной звезды. Наши первые фотометрические исследования проводились с помощью ПЗС камеры Pictor-416 в Крымской лаборатории ГАИШ на 50-см максутовском телескопе АЗТ-5. Позднее наблюдения были продолжены с помощью матрицы Arcee-47p, расположенной в касегреновском фокусе телескопа Цейсс-600, а в ноябре 2010г. мы использовали 125-см рефлектор ЗТЭ с матрицей VersArray 512. Наблюдения проводились в системе $UBV(RI)_c$ Джонсона-Кузинса, но небольшая часть наблюдений была получена в полосах $(RI)_f$. В дальнейшем значительная часть данных была получена при помощи матрицы SBIG-10XME, установленной в фокусе Ньютона 50-см телескопа Астрономического Института Словацкой Академии Наук (Стара Лесна).

Карта окрестностей переменной и использованные нами звезды сравнения показаны на рис.1. Для определения звездных величин окрестных звезд были использованы звезды сравнения вокруг звезды CT Tgi из статьи [4]; найденные нами звездные величины приведены в табл.1. Величины в

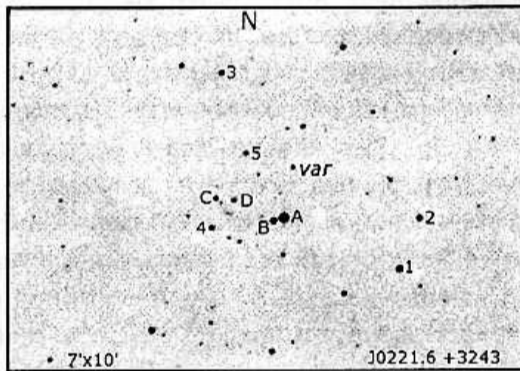


Рис.1. Карта окрестностей переменной и звезды сравнения (см. табл.1). "Var" - переменная.

Таблица 1

ЗВЕЗДЫ СРАВНЕНИЯ

| N | U | B | V | R_j | R_c | I_j | I_c |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A | 12.30 | 12.22 | 11.72 | 11.24 | 11.42 | 11.00 | 11.15 |
| B | 14.86 | 14.64 | 13.98 | 13.37 | 13.58 | 13.08 | 13.27 |
| C | 16.45 | 16.29 | 15.59 | 15.00 | 15.21 | 14.71 | 14.90 |
| D | 16.21 | 16.14 | 15.61 | 15.09 | 15.28 | 14.94 | 15.09 |
| 1 | 14.64 | 14.48 | 13.84 | 13.24 | 13.48 | 12.98 | 13.16 |
| 2 | 15.49 | 15.15 | 14.37 | 13.77 | 13.98 | 13.43 | 13.63 |
| 3 | 16.04 | 15.81 | 15.16 | 14.61 | 14.81 | 14.31 | 14.49 |
| 4 | 15.85 | 15.70 | 15.05 | 14.48 | 14.68 | 14.16 | 14.35 |
| 5 | 16.77 | 16.40 | 15.61 | 14.90 | 15.14 | 14.50 | 14.73 |

N - звезда сравнения.

полосах $(RI)_J$ были пересчитаны из системы Кузинса в систему Джонсона по формулам перехода из работы [5].

В табл.2 представлен журнал наблюдений: юлианская дата, календарная дата наблюдений, средние за ночь звездные величины в полосах B , V , R_c , I_c , число полученных кадров в данную ночь и комментарии, показывающие, на каком инструменте проводились наблюдения. Отдельно приведена аналогичная таблица для полос U , R_j , I_j . Ошибка наблюдения составляет, в среднем, $0^m.02-0^m.05$ в полосах V , R_c , I_c и $0^m.03-0^m.08$ в полосах U , B .

Таблица 2

ЖУРНАЛ НАБЛЮДЕНИЙ

| JD | Дата | B | n | V | n | R_c | n | I_c | n | Примеч. |
|-------|------------|-----|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 54066 | 26.11.2006 | - | - | 16.40 | 57 | 15.62 | 57 | - | - | ZTE, VA |
| 54067 | 27.11.2006 | - | - | 16.35 | 66 | - | - | - | - | M, Pi; |
| 54069 | 29.11.2006 | - | - | 16.36 | 44 | - | - | - | - | M, Pi |
| 54074 | 04.12.2006 | - | - | 16.32 | 11 | - | - | - | - | M, Pi |
| 54076 | 06.12.2006 | - | - | 16.33 | 67 | - | - | - | - | M, Pi |
| 54096 | 26.12.2006 | - | - | 16.14 | 1 | 15.75 | 1 | 15.09 | 1 | SL, X-10 |
| 54115 | 14.01.2007 | - | - | 16.31 | 1 | 15.59 | 1 | - | - | SL, X-10 |
| 54117 | 16.01.2007 | - | - | 16.30 | 12 | 15.66 | 16 | - | - | SL, X-10 |
| 54122 | 21.01.2007 | - | - | 16.33 | 19 | 15.65 | 17 | - | - | SL, X-10 |
| 54141 | 09.02.2007 | - | - | 16.31 | 17 | - | - | - | - | SL, X-10 |
| 54378 | 04.10.2007 | - | - | 16.33 | 24 | - | - | - | - | Z, Ap47 |
| 54379 | 05.10.2007 | - | - | 16.35 | 178 | - | - | - | - | Z, Ap47 |
| 54382 | 08.10.2007 | - | - | 13.72 | 575 | - | - | - | - | Z, Ap47 |
| 54385 | 11.10.2007 | - | - | 12.34 | 87 | - | - | - | - | Z, Ap47 |
| 54386 | 12.10.2007 | - | - | 12.44 | 5 | - | - | - | - | Z, Ap47 |
| 54389 | 15.10.2007 | - | - | 12.68 | 3 | - | - | - | - | Z, Ap47 |
| 54390 | 16.10.2007 | - | - | 12.82 | 4 | - | - | - | - | Z, Ap47 |

Таблица 2 (продолжение)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-------|------------|-------|----|-------|-----|-------|-----|-------|----|----------|
| 54391 | 17.10.2007 | - | - | 13.11 | 3 | - | - | - | - | Z, Ap47 |
| 54392 | 18.10.2007 | 13.70 | 5 | 13.43 | 175 | - | - | - | - | Z, Ap47 |
| 54393 | 19.10.2007 | 14.18 | 6 | 13.92 | 505 | - | - | - | - | Z, Ap47 |
| 54707 | 28.08.2008 | - | - | 16.37 | 1 | 15.71 | 4 | 15.10 | 3 | SL, X-10 |
| 54708 | 29.08.2008 | - | - | 16.37 | 1 | - | - | - | - | SL, X-10 |
| 54709 | 30.08.2008 | 17.21 | 7 | 16.40 | 22 | 15.66 | 7 | 15.08 | 25 | SL, X-10 |
| 54710 | 31.08.2008 | 17.36 | 5 | 16.41 | 14 | 15.78 | 5 | 15.11 | 10 | SL, X-10 |
| 54751 | 11.10.2008 | - | - | 16.38 | 20 | 15.71 | 16 | 15.07 | 24 | SL, X-10 |
| 54757 | 17.10.2008 | - | - | 16.24 | 1 | 15.66 | 6 | 14.94 | 4 | SL, X-10 |
| 54758 | 18.10.2008 | - | - | 16.37 | 12 | 15.62 | 36 | 14.92 | 4 | SL, X-10 |
| 54759 | 19.10.2008 | - | - | 16.41 | 3 | 15.69 | 79 | 15.12 | 5 | SL, X-10 |
| 54828 | 27.12.2008 | 17.12 | 1 | 16.37 | 43 | 15.69 | 52 | 14.99 | 2 | SL, X-10 |
| 54829 | 28.12.2008 | 17.3 | 15 | 16.35 | 10 | 15.68 | 27 | 15.06 | 15 | SL, X-10 |
| 54830 | 29.12.2008 | - | - | - | - | 15.72 | 145 | - | - | SL, X-10 |
| 54843 | 11.01.2009 | - | - | 16.29 | 22 | 15.65 | 44 | - | - | SL, X-10 |
| 54845 | 13.01.2009 | 17.26 | 14 | 16.35 | 19 | 15.68 | 22 | - | - | SL, X-10 |
| 55051 | 07.08.2009 | - | - | 16.20 | 3 | 15.60 | 15 | 14.97 | 17 | SL, X-10 |
| 55052 | 08.08.2009 | - | - | - | - | 15.70 | 40 | - | - | SL, X-10 |
| 55060 | 16.08.2009 | 17.17 | 3 | 16.37 | 3 | 15.69 | 3 | 15.02 | 3 | SL, X-10 |
| 55069 | 25.08.2009 | - | - | 16.21 | 17 | 15.55 | 14 | 14.94 | 17 | SL, X-10 |
| 55071 | 27.08.2009 | 16.97 | 2 | 16.26 | 21 | 15.61 | 27 | 15.00 | 25 | SL, X-10 |
| 55075 | 31.08.2009 | - | - | - | - | 15.57 | 1 | - | - | SL, X-10 |
| 55076 | 01.09.2009 | - | 1 | 16.27 | 27 | 15.57 | 29 | 14.96 | 34 | SL, X-10 |
| 55080 | 05.09.2009 | 16.96 | 1 | 16.19 | 12 | 15.48 | 13 | 14.89 | 11 | SL, X-10 |
| 55082 | 07.09.2009 | 16.99 | 1 | - | - | 15.53 | 16 | 14.93 | 13 | SL, X-10 |
| 55130 | 25.10.2009 | - | - | - | - | 15.53 | 25 | - | - | SL, X-10 |
| 55152 | 16.11.2009 | - | - | - | - | 16.01 | 1 | - | - | SL, X-10 |
| 55159 | 23.11.2009 | - | - | - | - | 15.48 | 25 | - | - | SL, X-10 |
| 55211 | 14.01.2010 | - | - | 16.26 | 5 | 15.52 | 29 | 15.05 | 3 | SL, X-10 |
| 55223 | 26.01.2010 | - | - | 16.38 | 4 | 15.61 | 8 | - | - | SL, X-10 |
| 55224 | 27.01.2010 | - | - | 16.31 | 12 | 15.61 | 18 | - | - | SL, X-10 |
| 55246 | 18.02.2010 | - | - | - | - | 15.22 | 1 | - | - | SL, X-10 |
| 55462 | 22.09.2010 | - | - | 16.09 | 4 | 15.49 | 2 | 14.90 | 11 | SL, X-10 |
| 55463 | 23.09.2010 | - | - | - | - | 15.54 | 40 | 14.94 | 56 | SL, X-10 |
| 55464 | 24.09.2010 | - | - | - | - | 15.55 | 15 | 14.99 | 17 | SL, X-10 |
| 55473 | 03.10.2010 | 16.97 | 36 | 16.25 | 61 | 15.59 | 6 | 14.99 | 6 | SL, X-10 |
| 55476 | 06.10.2010 | 16.98 | 48 | 16.21 | 21 | 15.59 | 75 | 14.95 | 15 | SL, X-10 |
| 55480 | 10.10.2010 | 16.92 | 5 | 16.25 | 80 | 15.60 | 77 | 14.97 | 31 | SL, X-10 |
| 55481 | 11.10.2010 | 16.93 | 16 | 16.20 | 49 | 15.57 | 55 | 14.94 | 40 | SL, X-10 |
| 55482 | 12.10.2010 | 16.92 | 16 | 16.19 | 30 | 15.55 | 41 | 15.00 | 5 | SL, X-10 |
| 55483 | 13.10.2010 | 16.96 | 12 | 16.18 | 37 | 15.54 | 21 | 14.91 | 21 | SL, X-10 |
| 55484 | 14.10.2010 | - | - | 16.23 | 29 | 15.61 | 34 | 14.89 | 8 | SL, X-10 |
| 55490 | 20.10.2010 | - | - | 16.15 | 1 | 15.52 | 4 | 14.89 | 3 | SL, X-10 |
| 55497 | 27.10.2010 | 16.82 | 2 | 16.22 | 3 | 15.57 | 2 | 14.93 | 2 | SL, X-10 |
| 55499 | 29.10.2010 | 16.96 | 2 | 16.19 | 3 | 15.56 | 2 | 14.91 | 2 | SL, X-10 |
| 55514 | 13.11.2010 | - | - | - | - | 15.47 | 27 | - | - | ZTE, VA |
| 55515 | 14.11.2010 | 16.97 | 45 | 16.13 | 64 | 15.48 | 46 | - | - | ZTE, VA |
| 55516 | 15.11.2010 | 16.99 | 40 | 16.17 | 69 | 15.52 | 43 | - | - | ZTE, VA |
| 55517 | 16.11.2010 | 16.95 | 37 | 16.18 | 44 | 15.55 | 39 | - | - | ZTE, VA |

Таблица 2 (окончание)

| JD | Дата | U | n | R_j | n | I_j | n | Примеч. |
|-------|------------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|----------|
| 55392 | 18.10.2007 | 12.81 | 5 | 13.16 | 5 | 13.04 | 5 | Z, Ap47 |
| 55393 | 19.10.2007 | 13.23 | 3 | 13.58 | 6 | 13.38 | 6 | Z, Ap47 |
| 55483 | 13.10.2010 | 16.40 | 1 | - | - | - | - | SL, X-10 |
| 55484 | 14.10.2010 | - | - | - | - | - | - | SL, X-10 |
| 55497 | 27.10.2010 | 16.25 | 1 | - | - | - | - | SL, X-10 |
| 55514 | 13.11.2010 | - | - | 15.19 | 5 | - | - | ZTE, VA |
| 55515 | 14.11.2010 | 16.22 | 35 | 15.20 | 2 | 14.69 | 46 | ZTE, VA |
| 55516 | 15.11.2010 | 16.25 | 83 | 15.19 | 2 | 14.70 | 42 | ZTE, VA |
| 55517 | 16.11.2010 | 16.22 | 55 | - | - | 14.70 | 38 | ZTE, VA |

Примечания к таблицам.

$JD_{\text{rel}} = JD + 2400000$ - Юлианская дата; U, B, V, R_{CF}, I_{CF} - средние за ночь звездные величины, n - число осреднений. SL - 50/2500 см телескоп Астрономического института Словацкой Академии Наук; X-10 - матрица SBIG-10XME. Z - 60/7500 см телескоп Цейсс-600 Крымской Лаборатории ГАИШ; Ap47 - матрица Apogee-47p, VA - матрица VersArray 512. M - 50/70/200 см телескоп системы Максутова АЗТ-5 Крымской лаборатории ГАИШ; Pi - матрица Pictor-416. ZTE - 125/2000 см телескоп ЗТЭ Крымской лаборатории ГАИШ.

3. Общий характер кривой блеска HS 0218+3229.

3.1. *Вспышки переменной.* С.В.Антипин исследовал около 200 фотопластинок из фототеки ГАИШ в интервале 1963-1997гг. В минимуме блеск объекта был около $16^m.5$, а во время вспышки, зарегистрированной на четырех негативах из фототеки ГАИШ (сентябрь 1980г.), достигал двенадцатой звездной величины в полосе B_{PR} .

Еще одна вспышка была найдена П. Уиллсом в базе наблюдений проекта NEAT (NEAT - Near-Earth Asteroid Tracking: <http://neat.jpl.nasa.gov>) в декабре 2002г.

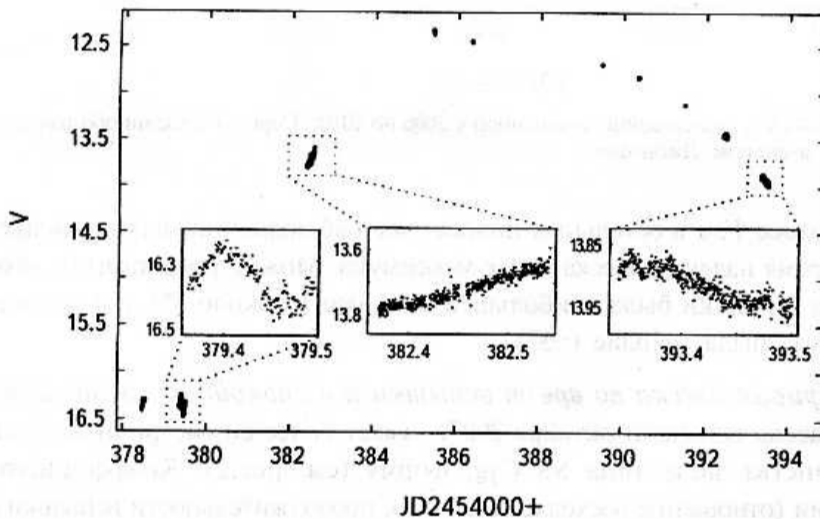


Рис.2. Вспышка звезды с 8 по 19 октября 2007г.

Третья вспышка (рис.2) произошла в октябре 2007г. и была детально исследована нами. Вспышка продолжалась около двух недель, блеск во время вспышки достиг 12^m в полосе V . Других вспышек зарегистрировано не было.

Заметим, что такие редкие вспышки с вероятным интервалом между ними в несколько лет (или реже) не совсем характерны для большинства карликовых новых, у которых вспышки происходят более часто (через десятки дней).

Кривые блеска в полосах U , B , V , R_{CJ} , I_{CJ} , полученные по нашим наблюдениям, показаны на рис.3. В полосе U звезда наблюдалась всего 8 ночей. К сожалению, вспышка октября 2007г. полностью прописана

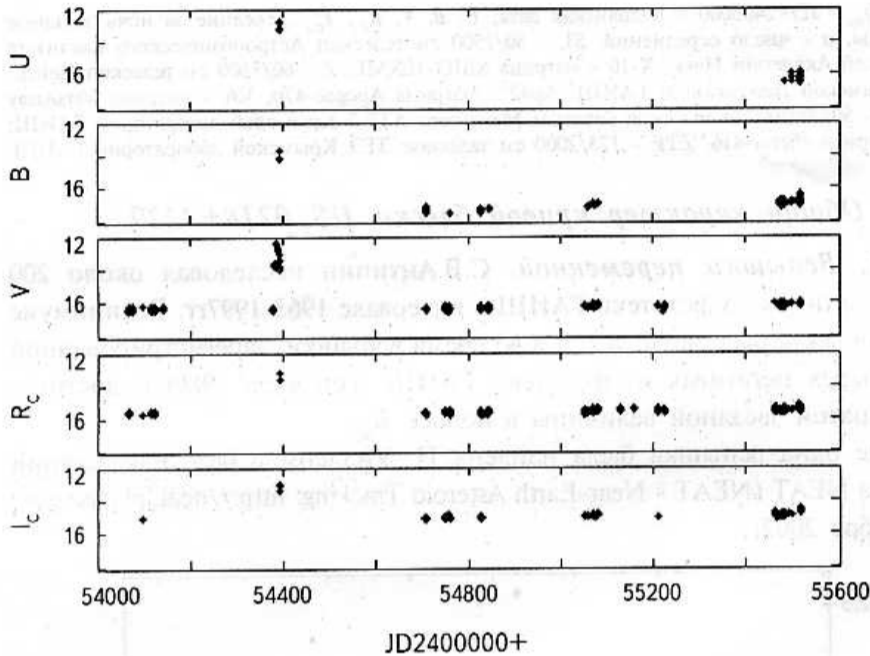


Рис.3. $UBV(RI)_{CJ}$ наблюдения переменной с 2006 по 2010г. Серыми точками обозначены наблюдения в системе Джонсона.

лишь в полосе V , а в остальных полосах мы наблюдали объект лишь две ночи во время падения блеска после максимума. Можно предполагать, что амплитуда вспышки была наибольшей в полосе U (около 5^m), а в полосе R амплитуда была меньше ($\sim 3^m$).

3.2. Кривые блеска во время вспышки и в спокойном состоянии.

Кривая блеска вспышки октября 2007г. имеет более симметричную, чем у большинства звезд типа SS Cyg, форму (см. рис.2). Коэффициент асимметрии (отношение восходящей ветви к продолжительности вспышки) для нашего объекта составляет ~ 0.22 . Максимум вспышки произошел в

интервале JD 2454384-385. Асимметрию мы оценивали относительно двух уровней блеска: 14^m и 16^m . 2. Поскольку конца вспышки мы не наблюдали, вторая оценка получилась менее уверенной, однако в обоих случаях эти значения оказались близкими. Начало вспышки произошло в интервале JD 2454380-381, а закончилась она, вероятно, в интервале JD 2454396-

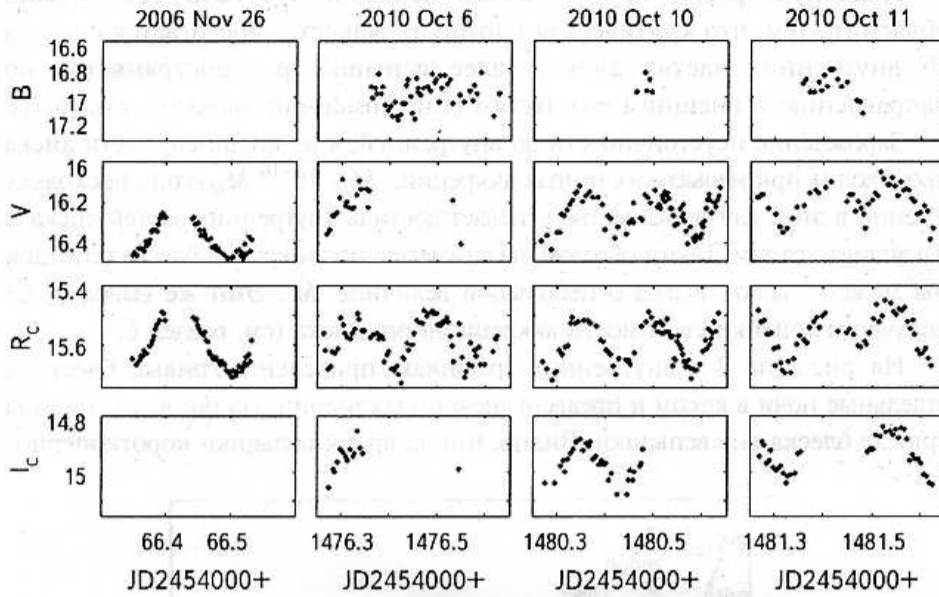


Рис.4. $BV(RI)_c$ наблюдения переменной в отдельные ночи вне вспышки.

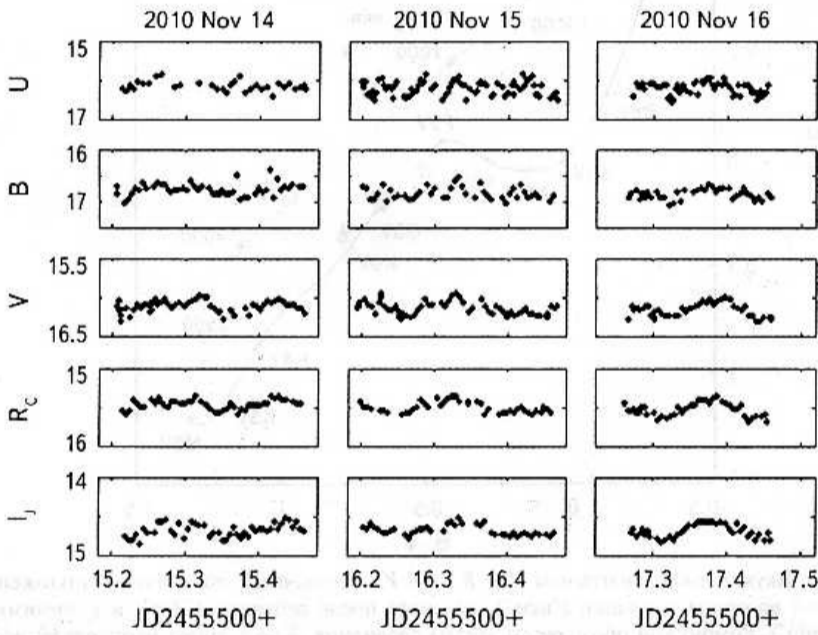


Рис.5. $UBVR_cI_j$ наблюдения переменной вне вспышки.

