

УДК 524.33-13

# ПОИСК И ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД В ИЗБРАННЫХ ПЛОЩАДКАХ НА МАЛОМ ФОТОМЕТРИЧЕСКОМ ТЕЛЕСКОПЕ КГО ГАИШ МГУ

© 2026 А. В. Самохвалов<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup> Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, Москва, 119234 Россия

Поступила в редакцию 15 мая 2025 года; после доработки 23 октября 2025 года; принята к публикации 14 ноября 2025 года

В ходе реализации программы фотометрических исследований переменных звезд в избранных площадках проведены исследования 215 переменных звезд. Для 48 из них уточнены параметры переменности, а у 42 переменность обнаружена и исследована впервые. Приводится описание Малого фотометрического телескопа, установленного в четвертом павильоне Кавказской горной обсерватории (КГО) ГАИШ МГУ. Особое внимание уделено установленным приборам и техническим вопросам организации наблюдений.

Ключевые слова: *методы: наблюдательные — технические средства: фотометрические — телескопы — звезды: переменные*

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Применяемый для фотометрических исследований телескоп<sup>1)</sup> установлен в подкупольном пространстве павильона № 4 КГО ГАИШ МГУ (см. Shatsky et al., 2020) на высоте 2100 м над уровнем моря в точке с координатами  $43^{\circ}44'11''$  с. ш.,  $42^{\circ}40'05''$  в. д. и имеет характеристики, приведенные в таблице 1. Данный инструмент проектировался и строился для реализации программы поиска и исследования переменных звезд, что обусловило выбор компонентов, в частности ПЗС-камеры и светофильтров для ее оснащения.

Созданная на основе не менее 100 звезд модель положения полярной оси монтировки, а также тщательность ее установки обеспечивают точность наведения на заданную точку небесной сферы не хуже  $9''$ , что достаточно для решения поставленных задач. Автоматическое гидирование по выбранной звезде устраняет некомпенсированные ошибки механической части монтировки; оно производится внеосевым гидом, встроенным в колесо фильтров ПЗС-камеры. Точность такой коррекции по нашим измерениям составляет около  $1''$ , что при характерном *FWHM* (Full Width with Half Maximum) позволяет считать изображения звезды в  $2''$ – $3''$  вполне удовлетворительным результатом.

## 2. НАБЛЮДЕНИЯ И ПЕРВИЧНАЯ РЕДУКЦИЯ

Для поиска и исследования переменных звезд были взяты несколько площадок, информация о которых приводится в таблице 2. Основными критериями выбора площадок были, во-первых, отсутствие на них достаточно ярких звезд, способных вызвать при характерном времени экспозиции 10 мин перенасыщение пикселей ПЗС-камеры, а во-вторых, наличие вероятных кандидатов в пульсирующие звезды типа DSCT, являющихся основным объектом исследований автора, в диапазоне звездных величин от  $12^m$  до  $15^m$ . Объекты в этом диапазоне звездных величин при выбранном времени экспозиции дают изображения с высоким отношением сигнал/шум (SNR) и точностью фотометрических измерений, достаточной для обнаружения переменности с амплитудой порядка  $0^m05$ , характерной для переменных указанного типа.

Стратегия съемки площадок заключалась в получении каждую ясную ночь последовательного ряда наблюдений максимальной возможной продолжительности. Так, в зимние ночи количество кадров одной площадки могло достигать 30 и более, обеспечивая хорошее временное покрытие и позволяя получить для короткопериодических переменных звезд измерения на протяжении нескольких циклов колебаний. Помимо пульсирующих звезд типа DSCT ( $\delta$  Щита), плотные ряды фотометрических измерений, полученные по данной методике, способствуют детальному исследованию и иных

\*E-mail: sav@surgut.ru

<sup>1)</sup><http://www.sai.msu.su/gcvs/telescope/>

Таблица 1. Технические характеристики фотометрического телескопа

Параметр	Значение
Телескоп	RC250 (ООО “Астросиб”, Россия)
Оптическая система	Ричи–Кретьена
Диаметр главного зеркала	0.25 м
Фокусное расстояние	2 м
ПЗС-камера	SBIG STXL-6303e (Diffraction Limited, Канада)
Размер изображения	$3072 \times 2048$ pix; $47.5 \times 31.8$ ; $27.65 \times 18.48$ мм
Масштаб изображения	$0.93 \text{ pix}^{-1}$
Доступные светофильтры	$U^a$ , $B$ , $V$ , $R_c$ , $I_c$
Монтировка	Paramount MyT (Software Bisque, США)
Максимальная допустимая нагрузка с учетом противовесов	46 кг
Максимальная периодическая ошибка ведения по часовой оси после программной коррекции	1''

<sup>a)</sup> Вследствие малой чувствительности ПЗС-матрицы Kodak KAF-6303E к УФ-излучению, наблюдения в данном фильтре не проводятся.

Таблица 2. Площадки, в которых проводился поиск и исследование переменных звезд

№	Площадка	RA J2000.0	Dec J2000.0	JD начало	JD конец	Количество кадров	Фильтр
1	Field-DSCT-Cas2	00:25:59	+61:19:20	2460334	2460565	939	$V$
2	Field-dNova-Her	18:55:31	+14:53:59	2460120	2460257	144	$V$
3	Field-NGC 6842	19:55:11	+29:15:36	2460580	2460672	532	$R_c$
4	Field-DSCT-Cyg3	21:48:54	+53:44:01	2460187	2460325	1120	$V$
5	Field-NGC 7281	22:04:04	+58:02:48	2460580	2460718	796	$R_c$

короткопериодических переменных, таких типов как EW (типичный представитель WUMa), RS (подобные RS CVn) и BY (например, BY Dra).

Первичная редукция полученных исходных снимков площадок проводится на основе кадров смещения, темновых кадров и кадров плоского поля. Съёмка всех кадров первичной редукции осуществляется после каждого сеанса наблюдений в автоматическом режиме на основе подпрограмм автоматизации. Плоские поля при этом снимаются с использованием специализированного равномерно светящегося экрана, встроенного в крышку телескопа. Система управления плоскопольным экраном позволяет изменять его яркость в зависимости от применяемого светофильтра. За один сеанс съёмки кадров первичной редукции снимается 100 кадров смещения, 16 основных темновых кадров, 16 кадров плоского поля для каждого из применяемых фильтров, а также 16 темновых кадров для плоских полей. Калибровка выполняется в автоматическом режиме с использованием программного конвейера на основе утилит, входящих в пакет *VaST* (Sokolovsky and Lebedev, 2018).

Для калибровки звездных величин используются данные каталога Gaia DR3 (Gaia Collab., 2022). В каждой из площадок выбираются звезды, удовлетворяющие следующим критериям: достаточно яркие, чтобы при фотометрических измерениях

было достигнуто высокое значение SNR и, как следствие, высокая точность фотометрии; при этом пиксели ПЗС-камеры с накопленными от этих звезд зарядами должны быть в линейном диапазоне; отсутствие в каталогах переменных звезд или звезд, заподозренных в переменности; за все время наблюдения они не должны показывать значимых изменений блеска.

### 3. КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД

Классификация исследуемых переменных звезд проводится в соответствии с системой, принятой в Общем каталоге переменных звезд (ОКПЗ) (Samus' et al., 2017). В ходе обработки наблюдений обнаружено, что значительная часть известных переменных звезд, расположенных в изучаемых площадках, может быть отнесена к иному типу переменности, нежели приведенному в индексе переменных звезд (VSX, Watson et al., 2007), который представляет собой компилятивный сборник целого ряда каталогов: ОКПЗ, ZTF (Chen et al., 2020), ASASSN (Jayasinghe et al., 2018), Gaia DR3 Var (Vallenari et al., 2023) и других. Если для затменных переменных звезд, таких как USNO-A2.0 1425-12773248, изначально отнесенной к типу RS, уточнение типа переменности (EW)

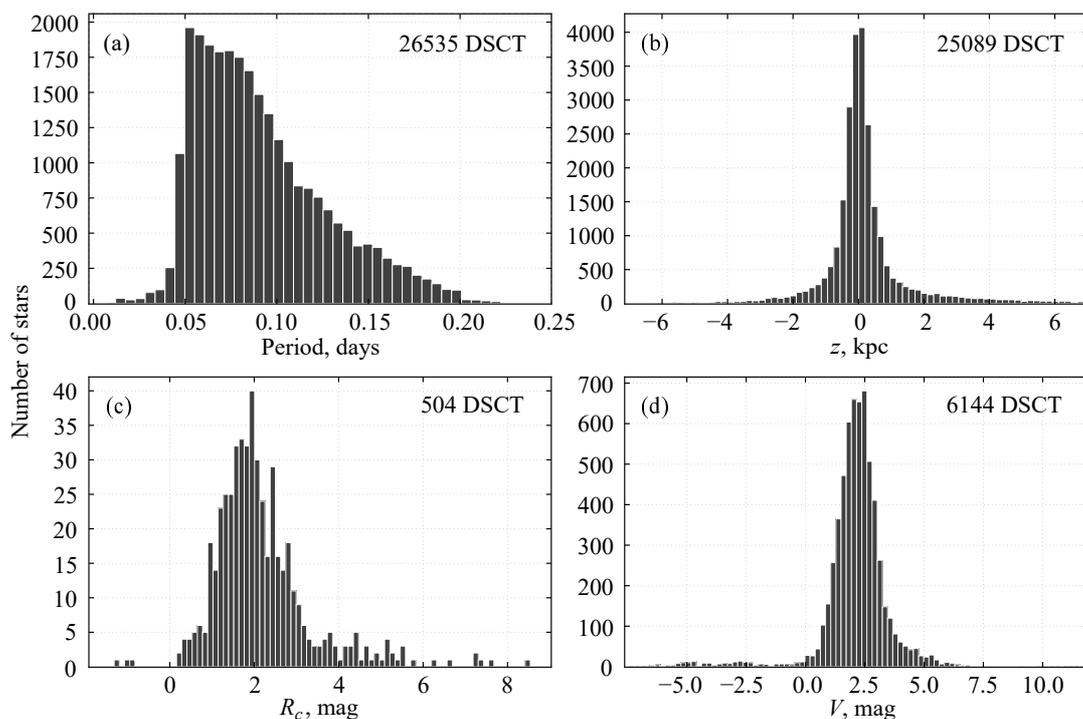


Рис. 1. Диаграммы распределения звезд типа DSCT в зависимости от периода (a), расстояния от галактической плоскости (b), абсолютной звездной величины в фильтрах  $R_c$  (c) и  $V$  (d).

может быть выполнено на основе внешнего вида фазовой кривой блеска, то для целого ряда других переменных звезд, например BY, нередко ошибочно классифицированных в каталоге Gaia DR3 Var как RS, требуется привлекать и иные критерии. Такими критериями выступают:

- инфракрасные показатели цвета, рассчитанные по результатам фотометрических измерений, приведенных в каталоге 2MASS (Cutri et al., 2003); при этом измерения во всех трех полосах ( $J$ ,  $H$  и  $K$ ) должны иметь флаг фотометрического качества A, гарантирующий высокую точность;
- расстояние звезды от плоскости Галактики — координата  $z$  галактоцентрической системы координат, вычисленная на основе экваториальных координат звезды и расстояния до нее, взятого из каталога I/352/gedr3dis (Bailer-Jones et al., 2021);
- оценка абсолютной звездной величины, рассчитанная на основе расстояния, также взятого из каталога I/352/gedr3dis;
- характерный для данного типа переменности период изменения блеска.

Выбор указанных параметров обусловлен прежде всего наличием соответствующих звездных каталогов, охватывающих все небо и тем самым делающих выборку данных из них статистически репрезентативной. Диаграммы распределения

уже известных и надежно классифицированных переменных звезд, согласно вышеперечисленным критериям, могут выступать в качестве вспомогательного инструмента при отнесении новых переменных звезд к тому или иному типу. Для построения диаграмм использовался индекс переменных звезд VSX (Watson et al., 2007), из которого были отобраны звезды с уверенно определенным типом переменности. На рис. 1 приведены четыре диаграммы распределения звезд типа DSCT в зависимости от их периода изменения блеска, расстояния от плоскости Галактики и абсолютной звездной величины в фильтрах  $R_c$  и  $V$ . Диаграмма распределения звезд типа DSCT, к которым мы можем отнести также звезды типов DSCTC и HADS, в зависимости от инфракрасных показателей цвета  $J - H$ ,  $H - K$  и  $J - K$ , приводится на рис. 2. На диаграмму также нанесены мультипериодические пульсирующие звезды типа DSCT, перечисленные в таблице 3. Их положение на диаграмме — в области максимальной плотности звезд данного типа — является одним из признаков принадлежности этих звезд к данному типу переменности. Все приводимые диаграммы построены с помощью подпрограмм, написанных на языке Python 3 с использованием программных пакетов Seaborn (Waskom, 2021) и Matplotlib (Hunter, 2007). Аналогичные диаграммы приводятся на рис. 3 и 4 для звезд типа BY.

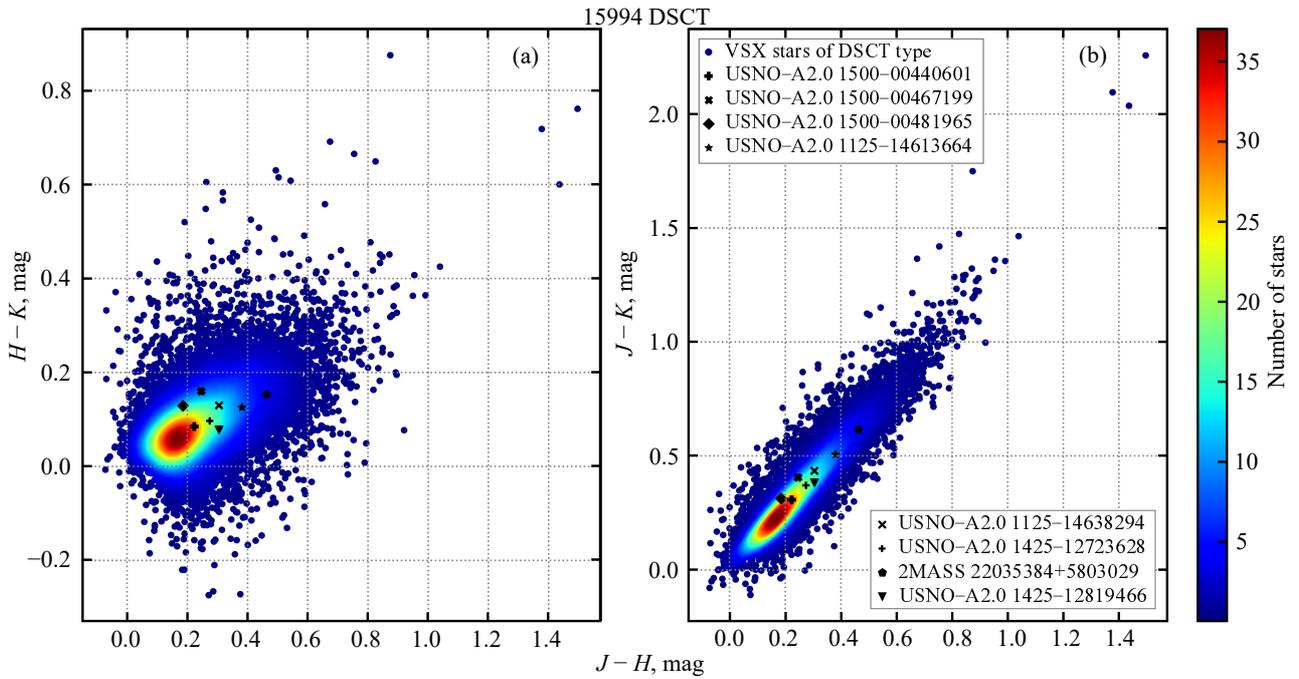
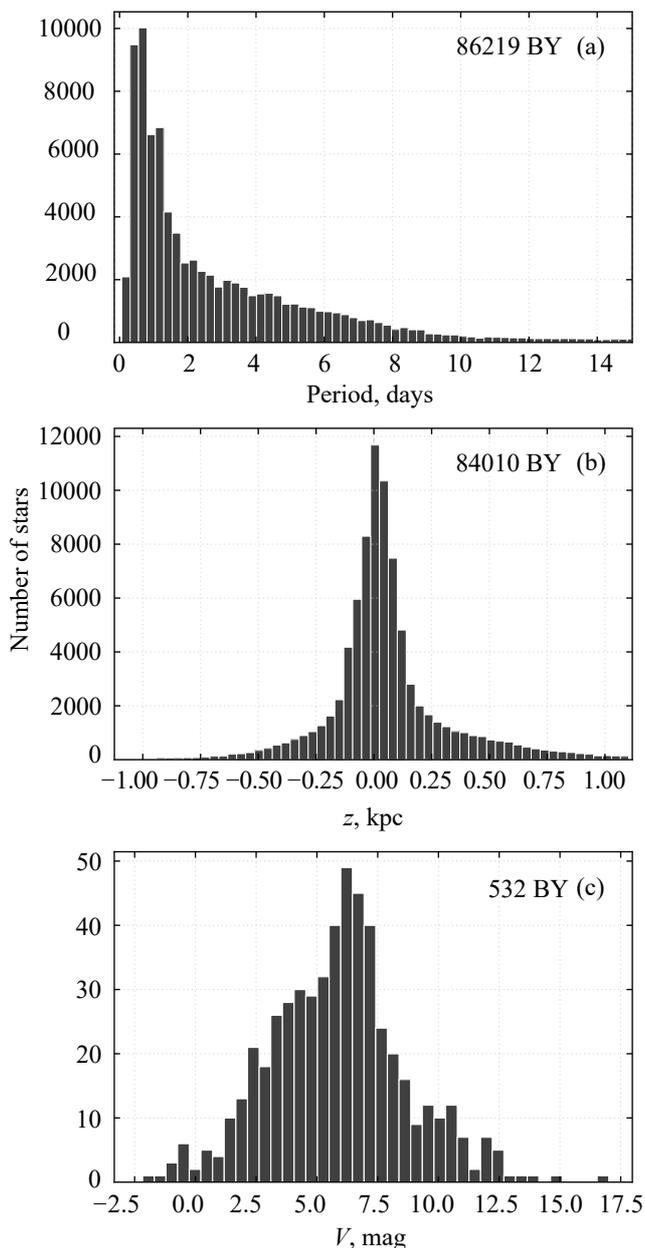


Рис. 2. Диаграмма распределения звезд типа DSCT в зависимости от инфракрасных показателей цвета в координатах  $H - K$  (a),  $J - K$  (b) и  $J - H$  по данным индекса переменных звезд VSX и каталога 2MASS.

Таблица 3. Параметры мультипериодичности звезд. Колонки таблицы содержат следующие сведения: (1) — номер звезды по каталогу USNO-A2.0 или 2MASS; (2) — количество фотометрических измерений; (3) — среднеквадратичная ошибка измерений; (4) — среднее значение блеска; (5) — порядковый номер частоты; (6) — значение частоты; (7) — фаза; (8) — амплитуда; (9) — отношение сигнал/шум для данной частоты

Звезда	$N$	$m_{\text{error}}$	$m_{\text{mean}}$	Колебания блеска				
				$\text{Freq}_i$	Frequency, $\text{d}^{-1}$	$\Phi_i$	$A_i$ , mag	SNR
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
USNO-A2.0 1500-00440601	851	0.017	14.5168	$f_1$	9.44745	0.64497	0.0131	14.10
				$f_2$	16.31232	0.18510	0.0042	4.44
USNO-A2.0 1500-00467199	854	0.0017	14.4196	$f_1$	6.77051	0.16568	0.0140	9.92
				$f_2$	10.44406	0.88561	0.0085	7.59
				$f_3$	9.61501	0.08529	0.0059	5.04
USNO-A2.0 1500-00481965	845	0.0013	11.7824	$f_1$	7.73693	0.24094	0.0096	10.85
				$f_2$	12.20242	0.63776	0.0072	9.14
				$f_3$	9.67933	0.49030	0.0069	7.58
USNO-A2.0 1125-14613664	480	0.011	13.6814	$f_1$	6.53995	0.37912	0.0070	6.82
				$f_2$	5.40610	0.83129	0.0061	5.48
USNO-A2.0 1125-14638294	263	0.027	14.6561	$f_1$	6.25067	0.09308	0.0324	24.57
				$f_2$	10.44329	0.29551	0.0126	8.70
USNO-A2.0 1425-12723628	713	0.062	14.0108	$f_1$	12.26425	0.05114	0.0824	67.42
				$f_2$	24.52828	0.83164	0.0169	18.04
				$f_3$	10.86849	0.70346	0.0072	6.08
				$f_4$	9.22869	0.95135	0.0046	4.21
2MASS 22035384+5803029	711	0.026	14.7648	$f_1$	6.70088	0.42740	0.0178	9.32
				$f_2$	7.34805	0.88282	0.0102	5.62
USNO-A2.0 1425-12778386	721	0.017	12.3371	$f_1$	1.24591	0.08006	0.0160	13.79
				$f_2$	0.62252	0.82212	0.0138	11.87
USNO-A2.0 1425-12819466	716	0.017	12.0604	$f_1$	7.26821	0.93047	0.0104	7.54
				$f_2$	10.36862	0.98283	0.0073	5.87



**Рис. 3.** Диаграммы распределения звезд типа BY Dra в зависимости от периода (а), расстояния от галактической плоскости (б), абсолютной звездной величины в фильтре  $V$  (с). В отличие от переменных звезд типа DSCT, диаграмма распределения количества звезд типа BY Dra по абсолютной звездной величине в фильтре  $R_c$  здесь не приводится, вследствие малого количества звезд в индексе VSX, для которых указаны пределы измерения блеска в фильтре  $R_c$ .

#### 4. ПОИСК И ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД

Для фотометрических измерений и поиска новых переменных звезд применен программный пакет **VaST** (Sokolovsky and Lebedev, 2018). В нем реализован метод поиска переменных звезд, основанный на построении диаграммы зависимости сред-

неквадратичного отклонения блеска для каждого объекта от звездной величины. Звезды постоянного блеска на данной диаграмме располагаются в четко ограниченной области, в то время как переменные звезды лежат вне ее и хорошо различимы, за исключением случаев самых малоамплитудных переменных, у которых  $\Delta m \approx 0^m.01-0^m.03$ . Все звезды на таких диаграммах, не попадающие в область постоянного блеска, а также звезды пограничной области исследуются в индивидуальном порядке, в первую очередь при помощи программных пакетов поиска и анализа периодического сигнала, таких как **Peranso** (Paunzen and Vanmunster, 2016), а также **Period04** (Lenz and Breger, 2005), ориентированного на анализ мультипериодического сигнала. Пример вышеописанной диаграммы приводится на рис. 5. Отдельные точки, резко выдающиеся из общей массы по оси ординат, соответствуют известным и хорошо исследованным переменным звездам, не включенным в таблицу 4.

Полный список исследуемых переменных звезд, их поисковые карты (созданные на основе обзора POSS2), фазовые кривые блеска, частотные спектры для мультипериодических пульсирующих звезд и разного рода дополнительная информация размещены на постоянно обновляемом интернет-сайте<sup>1)</sup>. Демонстрируемые там кривые блеска сгенерированы подпрограммами на языке Python3 с использованием библиотек NumPy (Harris et al., 2020) и Matplotlib (Hunter, 2007). В таблице 4 (см. Приложение), помимо данных о звездах, чья переменность обнаружена впервые (в столбце (5) отмечена как O), приводятся сведения о звездах, для которых были уточнены параметры переменности (в столбце (5) отмечена как И).

#### 5. МУЛЬТИПЕРИОДИЧЕСКИЕ ЗВЕЗДЫ

У девяти звезд, представленных в таблице 4, обнаружены признаки одновременно действующих нескольких мод колебаний с различными периодами. Эти случаи отражены в таблице 3. Указанные в таблице 3 значения частот, амплитуд и фаз вычислены методом наименьших квадратов:

$$m = m_{\text{mean}} + \sum_{i=1}^n A_i \sin[2\pi(f_i t + \Phi_i)]. \quad (1)$$

Все эти звезды, за исключением USNO-A2.0 1425-12778386, принадлежащей к типу RS, относятся к типу DSCT (см. пояснения к таблице 4 для каждой из звезд). На рис. 6 в качестве примера приводятся фазовая кривая блеска, частотный спектр, а также теоретическая кривая блеска с наложенными на нее фотометрическими данными USNO-A2.0 1125-14613664.

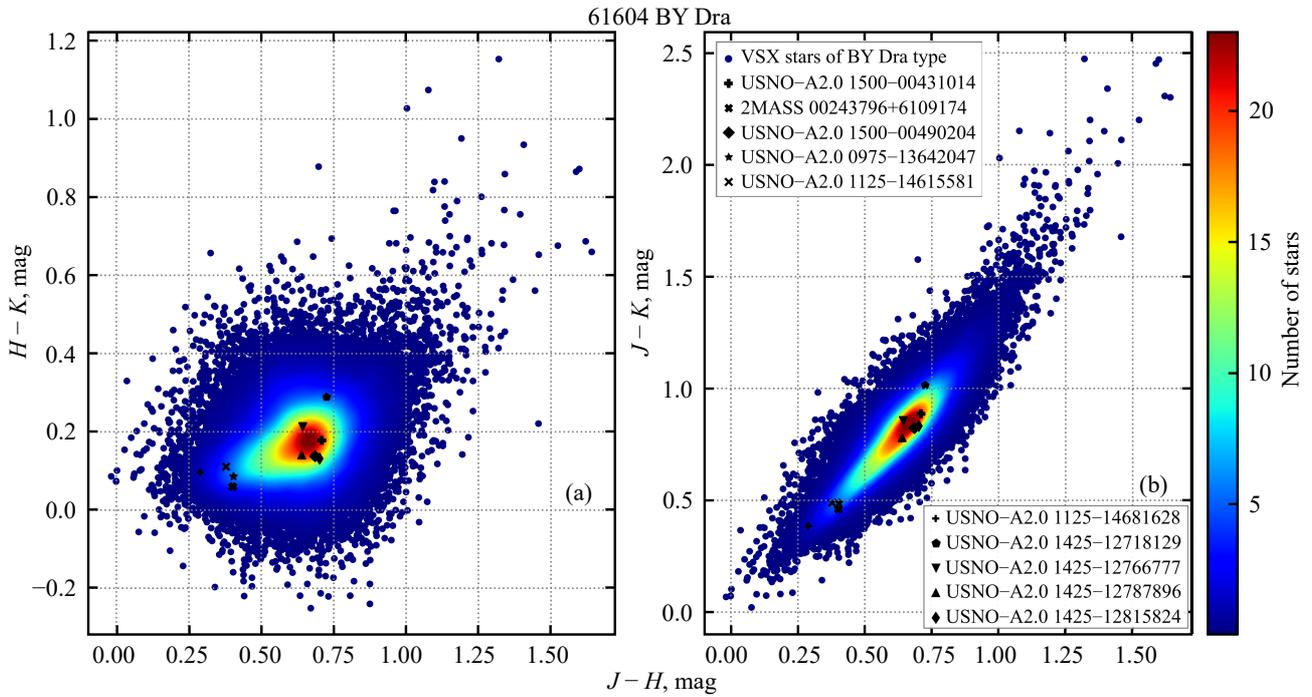


Рис. 4. То же, что на рис. 2, для звезд типа BY Dra.

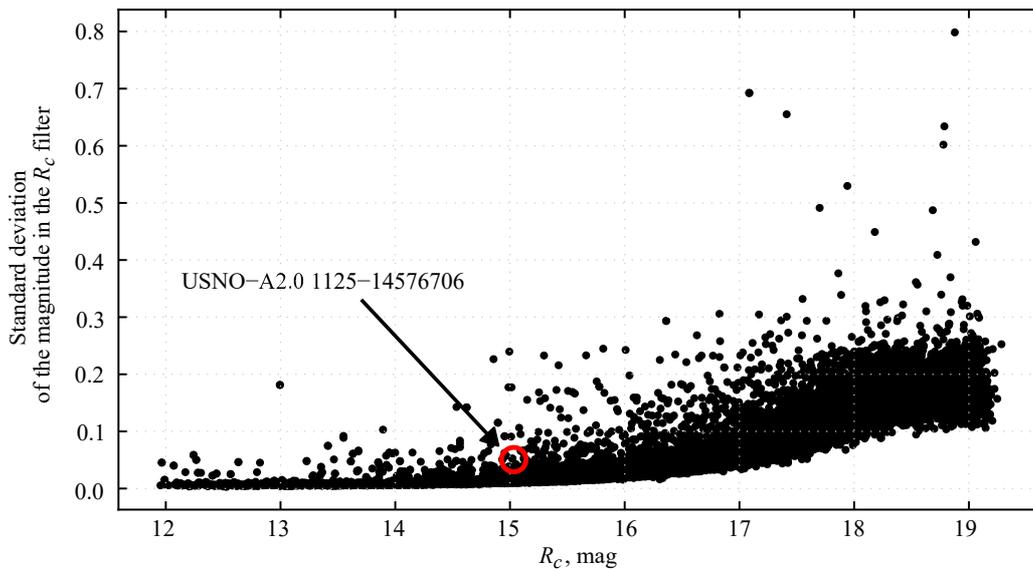
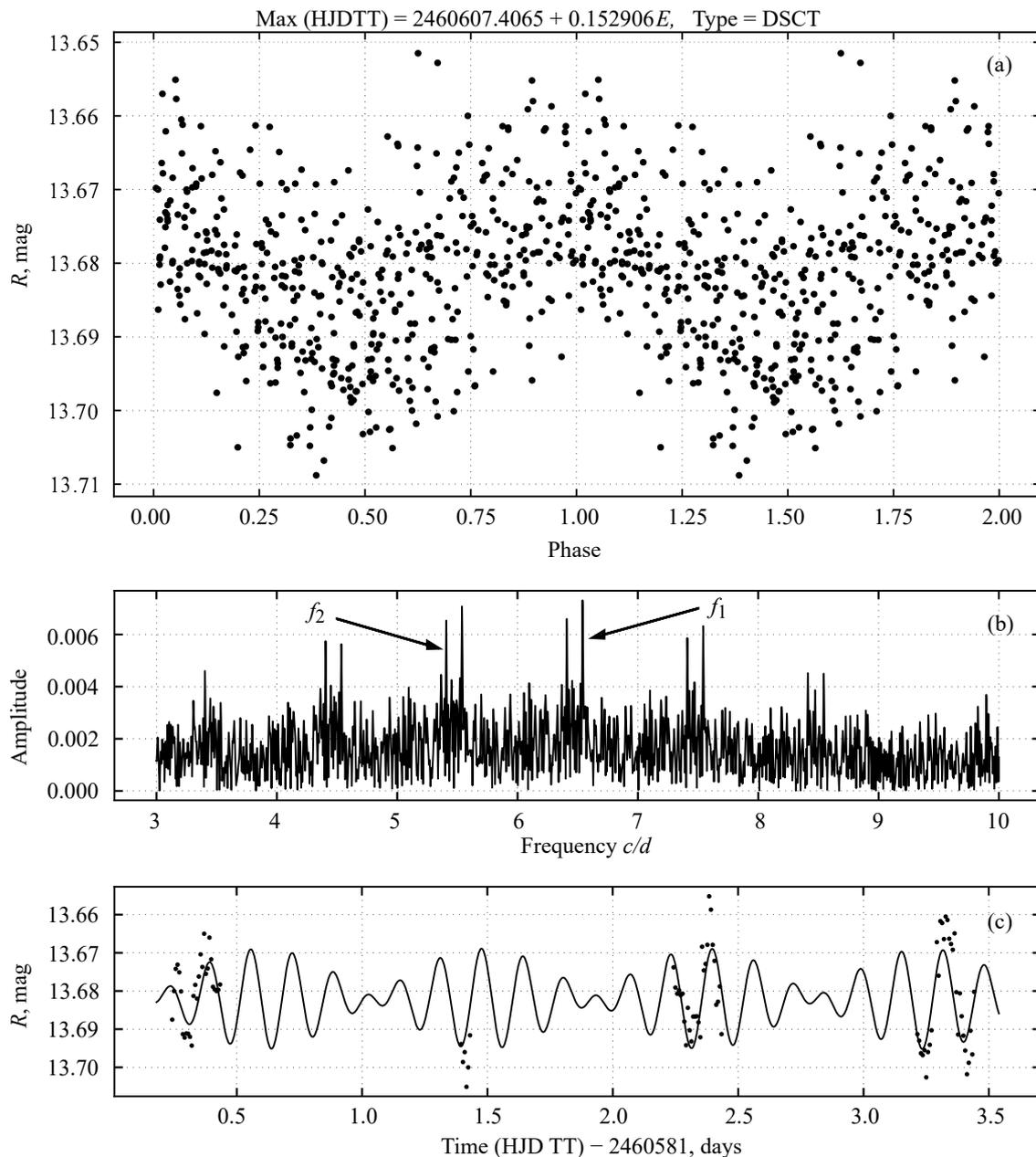


Рис. 5. Диаграмма зависимости стандартного отклонения звездной величины от самой звездной величины в фильтре  $R_c$  для области Field-NGC 6842. Каждая точка на диаграмме соответствует одной звезде. Для примера показано положение звезды USNO-A2.0 1125-14576706.

Фазовые кривые блеска, частотные спектры и комбинации теоретических кривых блеска с наложенными на них данными измерений можно найти на индивидуальных страницах этих звезд в соответствующем разделе интернет-сайта Малого фотометрического телескопа<sup>1)</sup>. Все вычисления для их построения производились в программе *Period04*. Для звезд типа DSCT поиск возможных частот проводился в интервале от 3 до 20  $\text{d}^{-1}$  согласно

рекомендациям Breger (2000). Поиск осуществлялся последовательно: в первой итерации частота вычислялась на основе фотометрических измерений, в последующих — с использованием остатков до тех пор, пока SNR для соответствующего пика в спектре Фурье-частот не уменьшился до значения 4. Данный эмпирический критерий достоверности частот колебаний (Breger et al., 1993) гарантирует, что частота является реальной.



**Рис. 6.** Фазовая кривая блеска (а), частотный спектр с отмеченными частотами (б), а также теоретическая кривая блеска, полученная согласно уравнению (1) с параметрами, взятыми из таблицы 3, с наложенными на нее фотометрическими измерениями звезды USNO-A2.0 1125-14613664 (с).

## 6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе приведены результаты исследований переменных звезд на Малом фотометрическом телескопе КГО ГАИШ МГУ, в том числе девяти звезд, показывающих мультипериодические изменения блеска. Все наблюдения выполнены в режиме удаленного управления. Рассмотрены статистические диаграммы плотности распределения переменных звезд разных типов в зависимости от инфракрасных показателей цвета, расстояния от плоскости Галактики, оценочных значений абсо-

лютных звездных величин, а также периодов изменения блеска. Классификация ряда переменных звезд осуществлена с использованием данных диаграмм. Кроме того, приведены основные характеристики Малого фотометрического телескопа и его особенности, а также очерчен круг задач, решение которых возможно с применением этого инструмента.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 4. Переменные звезды

№	Звезда	RA J2000.0	Dec J2000.0	Var	Тип	Период, сут.	Изменение блеска, mag	Фильтр
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	USNO-A2.0 1500-00426869	00:23:34.955	+61:12:20.41	O	RS:	1.1827	14.55–14.638	V
2	USNO-A2.0 1500-00431014	00:23:51.416	+61:18:10.65	И	BY	9.32	15.90–16.10	V
3	USNO-A2.0 1500-00434143	00:24:03.856	+61:20:00.17	O	SR	24.4	13.94–14.01	V
4	USNO-A2.0 1500-00436018	00:24:11.110	+61:22:20.62	O	SR	15.8	13.22–13.29	V
5	USNO-A2.0 1500-00439425	00:24:24.260	+61:12:23.23	И	RS	1.355	14.25–14.30	V
6	USNO-A2.0 1500-00440601	00:24:28.646	+61:16:57.57	И	DSCT	0.105849	14.48–14.55	V
7	V1255 Cas	00:24:30.426	+61:05:14.38	И	EW	0.48693	12.95–13.26	V
8	USNO-A2.0 1500-00442473	00:24:35.768	+61:23:09.83	O	EA	1.2566	14.59–14.7	V
9	2MASS 00243796+6109174	00:24:37.971	+61:09:17.42	И	BY	5.06	15.87–16.03	V
10	USNO-A2.0 1500-00444319	00:24:42.563	+61:05:40.35	O	SR	20.67	14.41–15.56	V
11	USNO-A2.0 1500-00456468	00:25:26.117	+61:07:40.65	И	DSCT	0.078793	14.88–15.00	V
12	USNO-A2.0 1500-00464230	00:25:54.748	+61:12:16.98	O	RS:	3.797	13.74–13.81	V
13	USNO-A2.0 1500-00467199	00:26:05.800	+61:17:55.75	И	DSCT	0.147699	14.39–14.48	V
14	USNO-A2.0 1500-00468972	00:26:12.126	+61:06:36.31	И	SR	20.1	16.13–16.40	V
15	USNO-A2.0 1500-00479382	00:26:50.670	+61:19:59.34	O	RS:	2.803	12.80–12.87	V
16	USNO-A2.0 1500-00481965	00:27:00.386	+61:16:23.67	O	DSCT	0.129250	11.75–11.82	V
17	USNO-A2.0 1500-00482151	00:27:00.933	+61:09:04.63	И	HADS	0.170815	13.38–13.85	V
18	USNO-A2.0 1500-00482563	00:27:02.417	+61:26:14.91	И	RS	0.43077	12.49–12.55	V
19	2MASS 00272928+6115594	00:27:29.303	+61:15:59.62	И	EA	2.6391	16.30–16.62	V
20	USNO-A2.0 1500-00490204	00:27:30.710	+61:12:22.51	O	BY	2.1070	16.45–16.75	V
21	USNO-A2.0 1500-00492774	00:27:40.148	+61:25:08.36	O	SR	13.9	13.68–13.81	V
22	USNO-A2.0 1500-00502283	00:28:15.883	+61:26:30.40	O	EA	3.666	13.88–14.06	V
23	USNO-A2.0 0975-13537952	18:54:19.302	+14:58:12.55	И	BLBOO	0.50140	14.90–15.10	V
24	USNO-A2.0 1050-12148300	18:54:25.829	+15:02:28.00	O	SR	40.9	14.97–15.13	V
25	USNO-A2.0 1050-12161126	18:54:37.157	+15:08:16.33	O	SR	30.9	15.30–15.73	V
26	USNO-A2.0 1050-12174139	18:54:48.430	+15:05:00.25	O	SR:		13.46–13.50	V
27	USNO-A2.0 0975-13567976	18:54:53.329	+14:57:11.94	И	EB	1.0668	15.55–15.77	V
28	USNO-A2.0 0975-13575714	18:55:02.222	+14:47:53.58	И	EA	2.752	17.0–19.3	V
29	USNO-A2.0 0975-13584195	18:55:11.598	+14:51:43.07	И	SRS	31.9	13.72–13.80	V
30	USNO-A2.0 0975-13609468	18:55:38.557	+14:56:24.64	O	SR:	17.48	15.36–15.47	V
31	USNO-A2.0 0975-13619435	18:55:50.126	+14:45:00.98	И	EB	0.8944	13.27–13.34	V
32	USNO-A2.0 0975-13626380	18:55:58.087	+14:52:15.74	O	SR	63.38	12.00–12.09	V
33	USNO-A2.0 0975-13642047	18:56:16.598	+14:43:02.93	O	BY	6.088	13.35–13.39	V
34	USNO-A2.0 0975-13645457	18:56:20.706	+14:42:21.90	И	EA	5.967	15.87–16.20	V
35	USNO-A2.0 0975-13662009	18:56:38.201	+14:54:28.35	И	SR	47	17.22–17.81	V
36	USNO-A2.0 0975-13672058	18:56:49.433	+14:58:38.81	И	BY	16.5	14.66–14.72	V
37	USNO-A2.0 0975-13673532	18:56:51.106	+14:44:30.87	И	SR	61	13.45–13.73	V
38	USNO-A2.0 0975-13675216	18:56:52.904	+14:42:03.74	И	SR	49.3	16.12–16.60	V
39	USNO-A2.0 1050-12319560	18:56:56.016	+15:06:04.69	O	SR	81.6	12.33–12.37	V
40	USNO-A2.0 0975-13679617	18:56:57.867	+14:41:45.74	И	SR	39.3	15.76–16.04	V
41	USNO-A2.0 1050-12330215	18:57:05.275	+15:02:29.98	И	SR	32.6	16.05–16.55	V
42	USNO-A2.0 1125-14576706	19:54:00.359	+29:24:35.49	И	E+RS	0.462582	14.94–15.15	R <sub>c</sub>
43	USNO-A2.0 1125-14586106	19:54:12.454	+29:08:47.24	И	RS	0.82420	13.42–13.49	R <sub>c</sub>
44	2MASS 19541510+2910522	19:54:15.103	+29:10:52.27	O	EW	0.374861	14.42–14.48	R <sub>c</sub>
45	USNO-A2.0 1125-14593136	19:54:21.447	+29:28:55.62	И	RS	3.8499	13.99–14.07	R <sub>c</sub>
46	USNO-A2.0 1125-14593356	19:54:21.715	+29:26:26.47	И	SR:		14.93–15.03	R <sub>c</sub>

Таблица 4. (Продолжение)

№	Звезда	RA J2000.0	Dec J2000.0	Var	Тип	Период сут.	Изменение блеска, mag	Фильтр
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
47	USNO-A2.0 1125-14595264	19:54:24.070	+29:16:34.38	И	RS	4.113	13.98–14.07	$R_c$
48	USNO-A2.0 1125-14608720	19:54:41.389	+29:04:52.59	О	SR:	22.16	13.76–13.96	$R_c$
49	USNO-A2.0 1125-14611726	19:54:45.084	+29:10:10.11	И	EW	0.35018	16.40–17.05	$R_c$
50	USNO-A2.0 1125-14613664	19:54:47.480	+29:27:19.39	И	DSCT	0.152906	13.66–13.70	$R_c$
51	USNO-A2.0 1125-14614215	19:54:48.202	+29:06:06.84	И	DSCT	0.155648	13.13–13.23	$R_c$
52	USNO-A2.0 1125-14615581	19:54:49.942	+29:07:57.66	И	BY	1.196401	14.89–14.97	$R_c$
53	USNO-A2.0 1125-14632584	19:55:11.955	+29:19:56.46	И	RS:	1.6365	13.98–14.05	$R_c$
54	USNO-A2.0 1125-14638294	19:55:19.742	+29:31:14.18	И	DSCT	0.159983	14.60–14.70	$R_c$
55	USNO-A2.0 1125-14645731	19:55:29.694	+29:09:17.87	О	RS:	1.3666	12.37–12.47	$R_c$
56	2MASS 19554705+2926448	19:55:47.060	+29:26:44.89	О	RS	0.8200	14.37–14.48	$R_c$
57	USNO-A2.0 1125-14663405	19:55:52.768	+29:27:24.41	О	SR:	33	14.05–14.17	$R_c$
58	USNO-A2.0 1125-14665720	19:55:55.894	+29:24:26.18	И	RS	3.902	11.90–11.97	$R_c$
59	USNO-A2.0 1125-14681628	19:56:17.194	+29:14:25.47	И	BY	1.3598	14.09–14.16	$R_c$
60	USNO-A2.0 1125-14699999	19:56:42.932	+29:13:12.72	О	EA	1.1715	13.95–14.02	$R_c$
61	USNO-A2.0 1125-14700891	19:56:44.220	+29:08:43.90	О	SR	23.4	14.28–14.45	$R_c$
62	USNO-A2.0 1425-12325825	21:46:49.994	+53:58:50.92	И	SR	42.33	12.58–12.75	$V$
63	USNO-A2.0 1425-12340979	21:47:30.375	+53:49:37.04	И	SR	25	14.95–15.17	$V$
64	USNO-A2.0 1425-12363410	21:48:33.541	+53:33:54.45	О	SR	20.2	15.11–15.23	$V$
65	USNO-A2.0 1425-12374331	21:49:04.786	+53:30:08.33	О	ROT:	40.07	13.53–13.59	$V$
66	USNO-A2.0 1425-12374396	21:49:05.101	+53:46:30.29	О	SR:	31.2	15.13–15.45	$V$
67	USNO-A2.0 1425-12392388	21:49:56.418	+53:45:22.96	И	SR	60.7	16.05–16.6	$V$
68	USNO-A2.0 1425-12423591	21:51:23.053	+53:50:04.52	О	ROT:	9.537	13.14–13.22	$V$
69	USNO-A2.0 1425-12679343	22:01:43.833	+58:05:09.07	И	EA	3.3345	12.48–12.65	$R_c$
70	USNO-A2.0 1425-12693305	22:02:16.256	+58:14:20.12	О	RS:	10.4	14.87–15.12	$R_c$
71	USNO-A2.0 1425-12718129	22:03:09.467	+57:56:08.80	И	RS:	6.2639	15.37–15.57	$R_c$
72	USNO-A2.0 1425-12723628	22:03:20.800	+57:54:03.49	И	HADS	0.081538	13.87–14.11	$R_c$
73	USNO-A2.0 1425-12733194	22:03:40.904	+57:58:20.36	О	SR:	46	13.81–13.94	$R_c$
74	2MASS 22035384+5803029	22:03:53.850	+58:03:02.98	О	DSCTC	0.149234	14.70–14.82	$R_c$
75	USNO-A2.0 1425-12762651	22:04:41.677	+57:52:41.21	О	RS:	6.995	11.78–11.97	$R_c$
76	USNO-A2.0 1425-12766777	22:04:50.510	+58:13:02.07	О	BY	0.6527	15.07–15.22	$R_c$
77	USNO-A2.0 1425-12773248	22:05:03.669	+58:09:14.36	И	EW	0.55049	14.28–14.41	$R_c$
78	USNO-A2.0 1425-12778386	22:05:14.016	+57:57:12.96	О	RS:	0.802627	12.31–12.38	$R_c$
79	USNO-A2.0 1425-12778721	22:05:14.700	+58:16:04.41	О	SR:	38	14.63–14.75	$R_c$
80	USNO-A2.0 1425-12780932	22:05:19.096	+58:07:48.91	О	SR	36	13.94–14.20	$R_c$
81	USNO-A2.0 1425-12781019	22:05:19.222	+57:53:13.66	О	LPV	45	11.87–11.96	$R_c$
82	2MASS 22052079+5752518	22:05:20.807	+57:52:51.92	О	EA	2.7369	12.33–12.47	$R_c$
83	USNO-A2.0 1425-12787896	22:05:33.298	+58:04:49.88	И	BY	6.098	14.73–14.88	$R_c$
84	USNO-A2.0 1425-12789549	22:05:36.655	+58:08:31.88	И	EB	0.71082	15.10–15.34	$R_c$
85	USNO-A2.0 1425-12790242	22:05:38.081	+57:50:33.41	И	EA	3.7604	13.57–14.12	$R_c$
86	USNO-A2.0 1425-12795524	22:05:48.664	+57:51:15.09	О	SR:	14	13.70–13.77	$R_c$
87	USNO-A2.0 1425-12815824	22:06:31.136	+58:04:42.59	И	BY	4.18	15.12–15.24	$R_c$
88	USNO-A2.0 1425-12819466	22:06:39.224	+58:02:27.54	И	DSCT	0.13763	12.01–12.09	$R_c$
89	USNO-A2.0 1425-12819856	22:06:40.170	+58:00:43.41	О	SR:	21	14.65–14.77	$R_c$
90	USNO-A2.0 1425-12826009	22:06:53.427	+58:07:57.87	О	EA + RS:	2.3065	15.36–15.71	$R_c$

Дополнительные сведения о звездах, представленных в таблице 4, приводятся в таблице 5. Номер звезды соответствует ее номеру в таблице 4 (см.

колонки (1)), VSX Name — по полю Name индекса VSX (см. колонки (2)). Инфракрасные показатели цвета  $J - H$ ,  $H - K$  и  $J - K$  (см. колонки (3)–(5)) взяты из соответствующего каталога и приводятся только для пульсирующих и вращающихся переменных звезд (типы SR, BLBOO, ROT, RS и BY) и только для случаев качественной фотометрии в каталоге 2MASS. Оценка спектрального класса (см. колонку (6)) сделана в соответствии с работой Bessell and Brett (1988). Оценочное значение абсолютной звездной величины  $M$  (см. колонку (7)) в соответствующем фильтре вычислено исходя

из расстояния, взятого из I/352/gedr3dis; на нем же базируется и расчет расстояния до плоскости Галактики  $z$  (см. колонку (8)), выполненный при помощи процедуры перехода к галактоцентрической системе координат, реализованной в пакете Astropy (Robitaille et al., 2013). Набор констант, таких как координаты центра Галактики, взят из работы Reid and Brunthaler (2004), расстояние от Солнца до центра Галактики — из Abuter et al. (2018), а расстояние Солнца до плоскости Галактики — из Bennett and Bovy (2019), что в целом соответствует версии 4.0 пакета Astropy.

Таблица 5. Переменные звезды, дополнительные сведения

№	VSX Name	ИК-цвета и спектр				$M$ , mag	$z$ , пк	Комментарий
		$J - H$	$H - K$	$J - K$	Sp			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	—	0.243	0.132	0.375	G	2.50(V)	42	Предлагается тип RS:
2	ZTF J002351.40+611810.6	0.709	0.178	0.887	K	4.60(V)	−22	Предлагается тип BY вместо RS(VSX)
3	—	1.297	0.391	1.688	M	0.70(V)	−80	Предлагается тип SR
4	—	1.074	0.387	1.461	M	0.60(V)	−53	Предлагается тип SR
5	Gaia DR3 428883618734254976	0.385	0.112	0.497	G	3.00(V)	−24	Определен период, отсутствующий в VSX
6	Gaia DR3 428890112724766720	0.223	0.085	0.308	F	2.40(V)	−43	Мультипериодичность, см. таблицу 3
7	V1255 Cas	0.273	0.036	0.309		3.70(V)	0	Надежно подтвержден тип EW
8	—					2.60(V)	−35	Вторичный минимум 14 <sup>th</sup> 69(V)
9	Gaia DR3 428883275136898688	0.401	0.06	0.461	G	6.40(V)	0	Предлагается тип BY вместо RS(VSX)
10	—	1.013	0.424	1.437	M	1.50(V)	−83	Предлагается тип SR
11	Gaia DR3 428870527673985536	0.324	0.16	0.484	G	2.30(V)	−67	Определен период, отсутствующий в VSX
12	—	0.021	0.067	0.088	F	1.50(V)	−52	Предлагается тип RS:
13	Gaia DR3 428878636572330624	0.246	0.16	0.406	G	2.10(V)	−47	Мультипериодичность, см. таблицу 3
14	Gaia DR3 428869703040469376	0.787	0.19	0.977	K	2.80(V)	−108	Определен период, отсутствующий в VSX
15	—	0.049	0.117	0.166	F	2.10(V)	−11	Предлагается тип RS:
16	—	0.185	0.129	0.314	F	2.70(V)	5	Мультипериодичность, см. таблицу 3
17	Gaia DR3 428874410324615040	0.221	0.142	0.363	G	2.50(V)	−25	Определен период, отсутствующий в VSX
18	Gaia DR3 430379500002405248	0.262	0.05	0.312	F	3.40(V)	7	Найден лучший период, чем 0 <sup>d</sup> 75619 (VSX)
19	Gaia DR3 430375862172832000					4.10(V)	−50	Найден лучший период, чем 0 <sup>d</sup> 420243 (VSX)
20	—	0.685	0.138	0.823	K–M	7.20(V)	2	Предлагается тип BY
21	—	1.086	0.35	1.436	M	1.30(V)	−47	Предлагается тип SR
22	—					2.30(V)	−24	
23	ZTF J185419.29+145812.6	0.368	0.131	0.499	G	3.40(V)	244	Найден лучший период, чем 1 <sup>d</sup> 002831 (VSX)
24	—	0.734	0.194	0.928	K	3.30(V)	253	Предлагается тип SR

Таблица 5. (Продолжение)

№	VSX Name	ИК-цвета и спектр				$M$ , mag	$z$ , пк	Комментарий
		$J - H$	$H - K$	$J - K$	Sp			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
25	—	1.046	0.361	1.407	M	2.00( $V$ )	572	Предлагается тип SR
26	—	0.565	0.168	0.733	K	2.80( $V$ )	166	Предлагается тип SR
27	ZTF J185453.32+145711.8	0.373	0.117	0.49		3.70( $V$ )	274	Надежно подтвержден тип EB. Вторичный минимум 15.71( $V$ )
28	ZTF18aawadcd					4.40( $V$ )	364	Определен период, отсутствующий в VSX
29	ASASSN-V J185511.60+145143.1	1.067	0.359	1.426	M	1.30( $V$ )	330	Найден лучший период, чем 23 <sup>d</sup> 514 (VSX)
30	—	1.056	0.409	1.465	M	2.50( $V$ )	405	Предлагается тип SR
31	Gaia DR3 4507560381807856000	0.222	0.069	0.291		3.80( $V$ )	99	Предлагается тип EB вместо VAR (VSX) и период 0 <sup>d</sup> 8944 вместо 0 <sup>d</sup> 447135 (VSX)
32	—	0.666	0.168	0.834	K	3.50( $V$ )	72	Предлагается тип SR
33	—	0.404	0.086	0.49	G	5.90( $V$ )	50	Предлагается тип BY
34	Gaia DR3 4507547703064343936	0.401	0.156	0.557		4.50( $V$ )	201	Найден лучший период, чем 67 <sup>d</sup> 57 (VSX). Надежно определен тип, указанный в VSX как E
35	ZTF J185638.20+145428.2	1.165	0.387	1.552	M	2.40( $V$ )	1047	Найден лучший период, чем 82 <sup>d</sup> 2107781 (VSX)
36	Gaia DR3 4507593401517411072	0.501	0.144	0.645	K	6.90( $V$ )	56	Определен период, отсутствующий в VSX
37	ASASSN-V J185651.10+144430.8	1.075	0.419	1.494	M	1.70( $V$ )	249	Найден лучший период, чем 39 <sup>d</sup> 0545243 (VSX)
38	Gaia DR3 4507550314404127616	1.111	0.418	1.529	M	1.90( $V$ )	732	Найден лучший период, чем 380 <sup>d</sup> 5 (VSX). Надежно определен тип переменной, указанный в VSX как SR M.
39	—	0.674	0.152	0.826	K	2.30( $V$ )	122	Предлагается тип SR
40	ZTF J185657.86+144145.5	1.09	0.395	1.485	M	1.80( $V$ )	639	Найден лучший период, чем 25 <sup>d</sup> 2265286 (VSX)
41	ZTF J185705.27+150229.9	1.081	0.417	1.498	M	1.40( $V$ )	912	Найден лучший период, чем 60 <sup>d</sup> 9571583 (VSX)
42	Gaia DR3 2028793399351155712					5.60( $R_c$ )	32	Предлагается тип E+RS, вместо RS (VSX). Определен период затмений в системе: 0 <sup>d</sup> 46258 и период синусоидальной волны 0 <sup>d</sup> 23133
43	Gaia DR3 2028769553691268736	0.124	0.064	0.188	F	0.60( $R_c$ )	61	Предлагается тип RS вместо E (VSX)
44	—	0.336	0.175	0.511		1.80( $R_c$ )	59	
45	Gaia DR3 2028795529654903552	0.15	0.068	0.218	F	1.20( $R_c$ )	70	Определен период, отсутствующий в VSX
46	Gaia DR3 2028794838121018752	0.699	0.213	0.912	K	2.10( $R_c$ )	70	Предлагается тип SR вместо RS (VSX)
47	Gaia DR3 2028779449296492800	0.126	0.051	0.177	F	1.20( $R_c$ )	62	Определен период, отсутствующий в VSX
48	—	1.218	0.369	1.587	M	0.80( $R_c$ )	57	Предлагается тип SR

Таблица 5. (Продолжение)

№	VSX Name	ИК-цвета и спектр				$M$ , mag	$z$ , пк	Комментарий
		$J - H$	$H - K$	$J - K$	Sp			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
49	Gaia DR3 2028587343991655808	0.557	0.148	0.705		4.80( $R_c$ )	42	Уточнен тип EW вместо E (VSX). Вторичный минимум 16.90( $R_c$ )
50	Gaia DR3 2030284508924305024	0.381	0.126	0.507	G	1.70( $R_c$ )	50	Мультипериодичность, см. таблицу 3
51	Gaia DR3 2028586107041049088	0.319	0.103	0.422	G	1.70( $R_c$ )	39	Определен период, отсутствующий в VSX
52	Gaia DR3 2028587069113731584	0.378	0.111	0.489	G	5.80( $R_c$ )	26	Определен период, отсутствующий в VSX. Предлагается тип BY вместо RS (VSX)
53	Gaia DR3 2028778074906850304	0.15	0.096	0.246	F	0.80( $R_c$ )	62	Найден лучший период, чем 5 <sup>d</sup> 1205 (VSX). Предлагается тип RS вместо E (VSX)
54	ZTF J195519.73+293114.1	0.305	0.13	0.435	G	2.40( $R_c$ )	51	Мультипериодичность — см. таблицу 3
55	—					1.70( $R_c$ )	30	Тесная пара со слабой переменной звездой Gaia DR3 2028585071923840128, чье фотометрическое поведение не коррелирует с поведением данной звезды
56	—	0.137	0.138	0.275	G	3.50( $R_c$ )	34	Предлагается тип RS
57	—	1.312	0.499	1.811	M	1.40( $R_c$ )	49	Предлагается тип SR
58	Gaia DR3 2030093430071668608	0.24	0.067	0.307	F	4.10( $R_c$ )	24	Предлагается тип RS вместо ROT (VSX)
59	Gaia DR3 2030086287572909952	0.289	0.096	0.385	G	4.50( $R_c$ )	25	Предлагается тип BY вместо RS (VSX)
60	—	0.323	0.079	0.402		4.10( $R_c$ )	24	
61	—	1.275	0.461	1.736	M	1.50( $R_c$ )	31	Предлагается тип SR
62	ASASSN-V J214649.97+535850.7	0.586	0.111	0.697	K	1.90( $V$ )	30	Предлагается тип SR вместо ROT (VSX)
63	ASASSN-V J214730.37+534937.0	1.207	0.482	1.689	M	2.70( $V$ )	31	Найден лучший период, чем 307 <sup>d</sup> (VSX)
64	—	1.215	0.417	1.632	M	2.40( $V$ )	14	Предлагается тип SR
65	—	0.137	0.12	0.257	F	2.90( $V$ )	16	Предлагается тип ROT:
66	—	0.822	0.271	1.093	M	4.00( $V$ )	21	Предлагается тип SR
67	Gaia DR3 2173650104909147520	1.29	0.55	1.84	M	3.40( $V$ )	15	Найден лучший период, чем 71 <sup>d</sup> 13 (VSX). Уточнен тип SR вместо SR M (VSX)
68	—	0.472	0.2	0.672	K	1.30( $V$ )	14	Предлагается тип ROT:
69	ASASSN-V J220143.83+580509.1	0.215	0.159	0.374		2.80( $R_c$ )	56	Найден лучший период, чем 1 <sup>d</sup> 6673 (VSX). Вторичный минимум 12.55( $R_c$ )
70	—	0.281	0.064	0.345	F	4.00( $R_c$ )	89	Предлагается тип RS:
71	ZTF J220309.46+575608.9	0.725	0.289	1.014	K	4.70( $R_c$ )	74	Предлагается тип BY вместо EA (VSX)
72	ZTF J220320.80+575403.5	0.274	0.097	0.371	G	3.07( $R_c$ )	75	Мультипериодичность — см. таблицу 3
73	—	1.207	0.404	1.611	M	-0.10( $R_c$ )	248	Предлагается тип SR
74	—	0.463	0.153	0.616	G	2.60( $R_c$ )	118	Мультипериодичность — см. таблицу 3

Таблица 5. (Продолжение)

№	VSX Name	ИК-цвета и спектр				$M$ , mag	$z$ , пк	Комментарий
		$J - H$	$H - K$	$J - K$	Sp			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
75	—	0.123	0.022	0.145	F	1.00( $R_c$ )	70	Предлагается тип RS:
76	—	0.643	0.214	0.857	K	5.40( $R_c$ )	54	Предлагается тип BY
77	ZTF J220503.65+580914.3					3.40( $R_c$ )	78	Предлагается тип EW вместо RS (VSX). Вторичный минимум 14.39( $R_c$ )
78	—	0.245	0.07	0.315	F	0.60( $R_c$ )	97	Предлагается тип RS:, мультипериодичность — см. таблицу 3
79	—	1.374	0.557	1.931	M	0.70( $R_c$ )	261	Предлагается тип SR
80	—	1.292	0.486	1.778	M	1.10( $R_c$ )	163	Предлагается тип SR
81	—	0.209	0.12	0.329	G	-0.90( $R_c$ )	143	
82	—					0.70( $R_c$ )	91	Вторичный минимум 12.46( $R_c$ )
83	Gaia DR3 2199526148990712832	0.639	0.141	0.78	K	4.40( $R_c$ )	62	Определен период 6 <sup>d</sup> 098. Предлагается тип BY вместо RS, приведенного в VSX
84	ZTF J220536.64+580831.8	0.432	0.133	0.565		3.90( $R_c$ )	85	Предлагается тип EB вместо EW (VSX). Вторичный минимум 15.25( $R_c$ )
85	Gaia DR3 2199470245694684672	0.347	0.041	0.388		3.90( $R_c$ )	49	Уточнен тип EA вместо E (VSX). Найден лучший период, чем 1 <sup>d</sup> 88022 (VSX). Вторичный минимум 14.00( $R_c$ )
86	—	1.198	0.388	1.586	M	0.60( $R_c$ )	153	Предлагается тип SR
87	Gaia DR3 2199479969501054848	0.701	0.132	0.833	K-M	7.70( $R_c$ )	32	Определен период 4 <sup>d</sup> 18. Предлагается тип BY вместо RS (VSX)
88	Gaia DR3 2199478938708790784	0.305	0.078	0.383	G	2.10( $R_c$ )	54	Мультипериодичность — см. таблицу 3
89	—	1.295	0.426	1.721	M	1.30( $R_c$ )	177	Предлагается тип SR
90	—	0.554	0.221	0.775		5.50( $R_c$ )	54	Орбитальный период 2 <sup>d</sup> 3065, период синусоидальной волны 0 <sup>d</sup> 6912

## БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ имени М. В. Ломоносова. Автор выражает глубокую благодарность руководству ГАИШ МГУ и КГО ГАИШ МГУ за содействие в строительстве и эксплуатации Малого фотометрического телескопа. Также автор благодарит профессора Н. Н. Самуся за ценные замечания и помощь в подготовке статьи. Автор выражает признательность анонимным рецензентам за внимательное прочтение статьи и ценные замечания.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ имени М. В. Ломоносова.

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. R. Abuter et al. (GRAVITY Collab.), *Astron. and Astrophys.* **615**, id. L15 (2018). DOI:10.1051/0004-6361/201833718
2. C. A. L. Bailer-Jones, J. Rybizki, M. Fouesneau, et al., *Astron. J.* **161** (3), id. 147 (2021). DOI:10.3847/1538-3881/abd806
3. M. Bennett and J. Bovy, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **482** (1), 1417 (2019). DOI:10.1093/mnras/sty2813
4. M. S. Bessell and J. M. Brett, *Publ. Astron. Soc. Pacific* **100**, 1134 (1988). DOI:10.1086/132281

5. M. Breger, ASP Conf. Ser. **210**, 3 (2000).
6. M. Breger, J. Stich, R. Garrido, et al., Astron. and Astrophys. **271**, 482 (1993).
7. X. Chen, S. Wang, L. Deng, et al., Astrophys. J. Suppl. **249** (1), id. 18 (2020). DOI:10.3847/1538-4365/ab9cae
8. R. M. Cutri, M. F. Skrutskie, S. van Dyk, et al., VizieR On-line Data Catalog: II/246 (2003).
9. Gaia Collab., VizieR On-line Data Catalog: I/355. DOI:10.26093/cds/vizie.1355 (2022).
10. J. D. Hunter, Computing in Science and Engineering **9** (3), 90 (2007). DOI:10.1109/MCSE.2007.55
11. C. R. Harris, K. J. Millman, S. J. van der Walt, et al., Nature **585** (7825), 357 (2020). DOI:10.1038/s41586-020-2649-2
12. T. Jayasinghe, C. S. Kochanek, K. Z. Stanek, et al., Monthly Notices Royal Astron. Soc. **477** (3), 3145 (2018). DOI:10.1093/mnras/sty838
13. P. Lenz and M. Breger, Communications in Asteroseismology **146**, 53 (2005). DOI:10.1553/cia146s53
14. E. Paunzen and T. Vanmunster, Astronomische Nachrichten **337** (3), 239 (2016). DOI:10.1002/asna.201512254
15. M. J. Reid and A. Brunthaler, Astrophys. J. **616** (2), 872 (2004). DOI:10.1086/424960
16. T. P. Robitaille et al. (Astropy Collab.), Astron. and Astrophys. **558**, id. A33 (2013). DOI:10.1051/0004-6361/201322068
17. N. N. Samus', E. V. Kazarovets, O. V. Durlevich, et al., Astronomy Reports **61** (1), 80 (2017). DOI:10.1134/S1063772917010085
18. N. Shatsky, A. Belinski, A. Dodin, et al., in *Proc. All-Russian Conf. on Ground-Based Astronomy in Russia. 21st Century, Nizhny Arkhyz, Russia, 2020*, Ed. by I. I. Romanyuk, I. A. Yakunin, A. F. Valeev, and D. O. Kudryavtsev, pp. 127–132 (IP Reshenilenko P. A., Pyatigorsk, 2020).
19. K. V. Sokolovsky and A. A. Lebedev, Astronomy and Computing **22**, 28 (2018). DOI:10.1016/j.ascom.2017.12.001
20. A. Vallenari et al. (Gaia Collab.), Astron. and Astrophys. **674**, id. A1 (2023). DOI:10.1051/0004-6361/202243940
21. M. Waskom, The Journal of Open Source Software **6** (60), id. 3021 (2021). DOI:10.21105/joss.03021
22. C. L. Watson, A. A. Henden, and A. Price, Journal of the American Association of Variable Star Observers **35** (2), 414 (2007).

## Search and Study of Variable Stars in Selected Fields with the Small Photometric Telescope of the CMO SAI MSU

A. V. Samokhvalov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sternberg Astronomical Institute, Moscow State University, Moscow, 119234 Russia

During the implementation of the program of photometric studies of variable stars, 215 variable stars were studied in selected fields. Variability parameters were refined for 48 of them, and variability was discovered and studied for the first time for 42 of them. A description of the Small Photometric Telescope, installed in the 4th pavilion of the Caucasian Mountain Observatory (CMO) of the Sternberg Astronomical Institute of Moscow State University, is provided. Particular attention is given to the installed instruments and technical aspects of the observation organization.

Keywords: *methods: observational; techniques: photometric; telescopes—stars: variables*