

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 5, Number 309 (2016), 35 – 40

UDK 524.3

R.I. Kokumbaeva¹, A.V. Khruslov^{2,3}, A.V. Kusakin¹

“V.G. Fesenkov Astrophysical Institute” SLLP, Almaty, Kazakhstan
Sternberg Astronomical Institute, Moscow State University, Moscow, Russia
Institute of Astronomy RAS, Moscow, Russia
raushan.raushan@mail.ru; khruslov@bk.ru; un7gbd@gmail.com

**GSC 3601-01531 AND GSC 3601-01504,
TWO NEW VARIABLE STARS**

Abstract. We present the opening of two new variable stars: GSC 3601-01531, a double short-period eclipsing binary Algol type (EA), whose light curves make it possible to fix the beginning and end of the eclipse, and in the intervals between eclipses luster remains practically constant, and GSC 3601-01504, low-amplitude red irregular variable. Variable stars of this type are characterized sometimes by very strong irregular luminosity changes that occur over time from a few dozen to a few hundred days.

We suspected variability of the first star using the NSVS and SuperWASP photometric archives. Then, we performed CCD observations in the Johnson *B*, *V*, and *R* bands with a Zeiss 1000-mm reflector of the Tien Shan Astronomical Observatory of the V.G. Fesenkov Astrophysical Institute, equipped with an Apogee U9000 D9 CCD photometer, confirmed variability of the star, and detected variations of the neighbor GSC 3601-01504. We classified two variables according to the classification system of the General Catalogue of Variable Stars and derived light elements for the eclipsing variable GSC 3601-01531.

We analyzed our CCD photometry and all observations available for these stars in the NSVS and SuperWASP Surveys using the period-search software developed by Dr. V.P. Goranskij.

Keywords: photometry, variable stars, photometric observations, light curves.

УДК 524.3

Р. И. Кокумбаева¹, А. В. Хруслов^{2,3}, А. В. Кусакин¹

ДТОО “Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова” АО НЦКИТ, г. Алматы;
Государственный астрономический институт им.П.К.Штернберга МГУ, Москва, Россия.
Институт Астрономии РАН (ИНАСАН), Москва, Россия.

**ДВЕ НОВЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ
GSC 3601-01531 и GSC 3601-01504**

Аннотация. Мы представляем открытие двух новых переменных звезд: GSC 3601-01531, двойной короткопериодической затменной системы типа Алголя (EA), у которых кривые блеска позволяют фиксировать начало и конец затмений и в промежутках между затмениями блеск остаётся практически постоянным, и GSC 3601-01504, малоамплитудной неправильной красной переменной. Переменные звезды этого типа отличаются иногда очень сильными неправильными изменениями светимости, происходящими за время от нескольких десятков до нескольких сотен суток.

Переменность первой звезды была нами заподозрена по данным электронных архивов фотометрических наблюдений NSVS и SuperWASP. Наши ПЗС-наблюдения в полосах *B*, *V* и *R* фотометрической системы Джонсона, полученные на телескопе Zeiss-1000 Тянь-Шаньской астрономической обсерватории Астрофизического института им. В.Г. Фесенкова с камерой Apogee U9000 D9, позволили

подтвердить это предположение, а также выявить переменность соседней звезды. Определены типы переменности обеих звезд в соответствии с системой классификации Общего каталога переменных звезд, найдены элементы изменения блеска затменной системы GSC 3601-01531.

Полученная нами ПЗС-фотометрия и данные электронных обзоров NSVS и SuperWASP была проанализирована нами при помощи программного обеспечения, разработанного В.П. Горанским (ГАИШ).

Ключевые слова: фотометрия, переменные звезды, фотометрические наблюдения, кривые блеска.

Введение

На Тянь-Шаньской астрономической обсерватории АФИФ нами осуществляется систематический поиск новых переменных звезд, а также проводится регулярная работа по отождествлению переменных звезд компонентов тесных визуальных пар, неразрешенных в фотометрии автоматических фотометрических обзоров. Подробно программа наших исследований рассмотрена в статье [1].

По данным электронного фотометрического обзора NorthernSkyVariabilitySurvey [2,3] нами была заподозрена переменность объекта NSVS 5850251, подтвержденная впоследствии по данным другого обзора SuperWASP[4,5] (1SWASPJ211239.81+514815.5). Оба обзора выполнены на небольших телескопах с малым угловым разрешением, поэтому часто встречаются случаи, когда измеряется суммарный блеск двух и более близко расположенных звезд. Если одна из этих звезд оказывается переменной, то отождествить ее, используя только данные обзора, становится невозможно, а, кроме того, амплитуда изменения блеска переменной заметно занижается. В рассматриваемом случае в данных фотометрии обоих обзоров измерен суммарный блеск двух соседних звезд, GSC 3601-01531 и GSC 3601-01504, угловое расстояние между которыми составляет $30''$. Кривая блеска характерна для затменной переменной. Мы предположили, что меняет блеск скорее всего GSC 3601-01531, которая имеет небольшие показатели цвета, $J-K = 0.51$ (2MASS, [6]) и $B-V = 0.81$ (APASS, [7]), в отличие от красной звезды GSC 3601-01504. Для того чтобы выяснить которая из двух звезд переменна, а также для определения действительной амплитуды изменения блеска, нами были проведены ПЗС-наблюдения.

Методы исследования

Наблюдения. Наблюдения проводились в период с 30 апреля 2014 г. по 13 марта 2015 года (JD 2456778 – 2457095) на Тянь-Шаньской астрономической обсерватории Астрофизического института им. В.Г. Фесенкова (высота 2750 м над уровнем моря) с телескопом Zeiss-1000 (Восточный), диаметр зеркала 1000 мм, фокусное расстояние системы 6650 мм. Использовалась ПЗС-камера Aropgee U9000 D9. Обработка полученных изображений и фотометрия переменных звезд проводились с использованием программы MaxIm DL5.

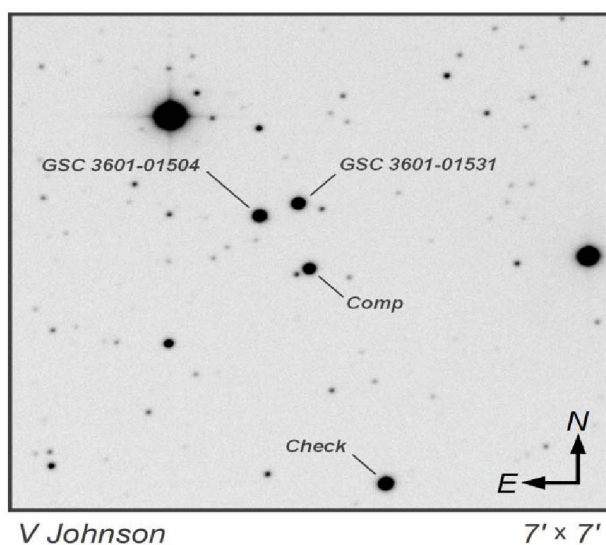


Рисунок 1 - Карта окрестностей переменных

В качестве звезды сравнения (фотометрического стандарта) использовалась GSC 3601-01095 ($V = 13^m.239$, $B = 14^m.457$), в качестве контрольной звезды – GSC 3601-00893. Величины в полосах B и V для звезды сравнения взяты из APASS [7]. Для полосы R фотометрической системы Джонсона в базе данных APASS звездных величин звезды сравнения нет, поэтому нами определены разности звездных величин ΔR : $\Delta R = (m_{\text{var}} - m_{\text{comp}}) + 0^m.290$. Поправка к разности звездных величин переменной и звезды сравнения введена для удобства и наглядности при определении амплитуды.

Карта окрестностей переменных звезд приведена на рисунке 1 (указаны обе переменные, comp-звезда сравнения, check-контрольная звезда).

Анализ данных

Данные электронных обзоров NSVS и SuperWASP, а также наши фотометрические ряды в полосах B , V и R , были нами проанализированы с использованием программы WINEFK, разработанной В. П. Горанским (ГАИШ). В данной программе реализованы два метода анализа временных рядов и поиска периодичности: метод Диминга[8] и метод Лафлера-Кинмана[9].

Для подготовки данных SuperWASP и их конвертации из формата fits в формат ASCII использовалась программа-конвертер, разработанная К. В. Соколовским [10, 11].

Результаты

Наши ПЗС-наблюдения подтвердили затменную переменность GSC3601-01531, но, кроме того, оказалось, что и соседняя звезда GSC3601-01504 также является переменной с малой амплитудой изменения блеска. В таблице 1 для каждой переменной звезды приведены обозначение в каталоге GSC, координаты, тип переменности в соответствии с системой классификации Общего каталога переменных звезд [12] (ОКПЗ), пределы изменения блеска в полосах B и V , полная амплитуда в полосе R . Координаты переменных даны в соответствии с каталогом 2MASS[6].

Таблица 1

Обозначение	GSC 3601-01531	GSC 3601-01504
Координаты (J2000.0)	$21^{\text{h}} 12^{\text{m}} 36^{\text{s}}.85, +51^{\circ} 48' 26''.1$	$21^{\text{h}} 12^{\text{m}} 39^{\text{s}}.86, +51^{\circ} 48' 15''.7$
Тип	EA	LB
B	$13^m.58 - 13^m.83$	$15^m.41 - 15^m.54$
V	$12^m.74 - 13^m.00$	$12^m.74 - 12^m.87$
R	$0^m.26$	–

GSC 3601-01531

Затменная переменная звезда типа Алголя с коротким периодом. Элементы изменения блеска: $\text{HJD (min)} = 2456902.3335 + 0^{\text{d}}.3439251 \times E$.

Блеск во вторичном минимуме $B_{\text{minII}} = 13^m.65$, $V_{\text{minII}} = 12^m.82$, $\Delta R_{\text{minII}} = 0^m.09$. Продолжительность затмения составляет $D = 0^{\text{P}}.20$ (в долях периода); наблюдается также полная фаза затмения (плоское дно главного минимума), продолжительность которой составляет $d = 0^{\text{P}}.03$.

Фазовые кривые блеска GSC3601-01531 по данным NSVS и SuperWASP представлены на рисунке 2, по данным ПЗС-фотометрии в полосах B , V и R – на рисунке 3.

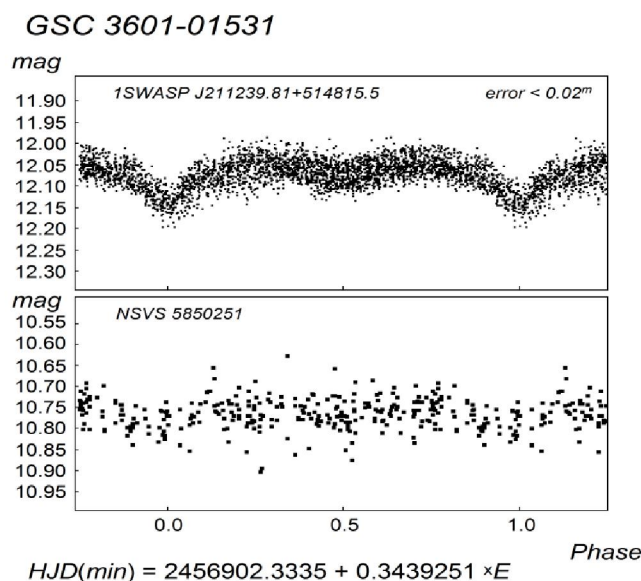


Рисунок 2 – Фазовые кривые блеска GSC3601-01531 по данным SuperWASP и NSVS. Амплитуда сильно занижена (измерен суммарный блеск вместе с соседней звездой GSC 3601-01504)

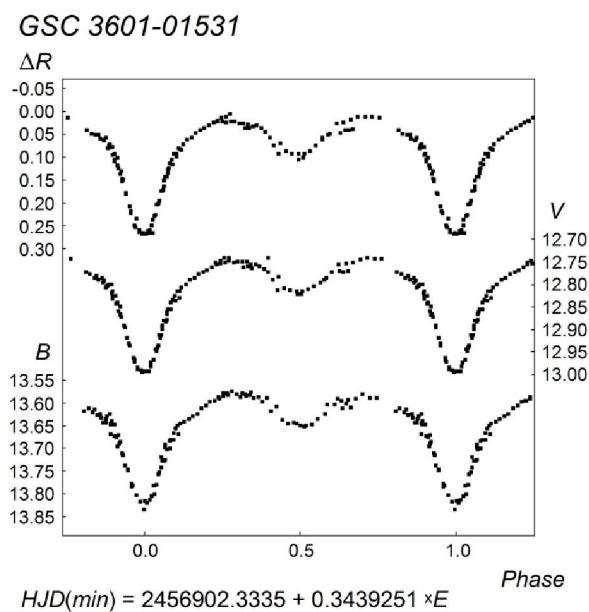


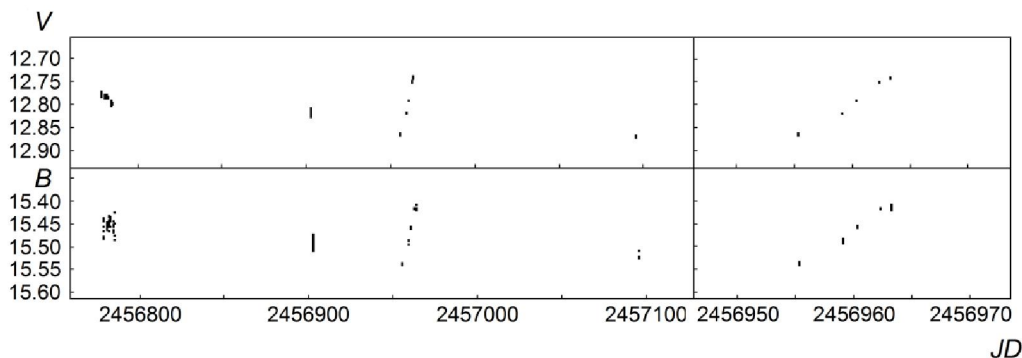
Рисунок 3 – Фазовые кривые блеска GSC3601-01531 в полосах *B*, *V* и *R* (ПЗС-наблюдения).

GSC 3601-01504

Красная медленная и, вероятно, неправильная переменная. Показатели цвета $J-K = 1.60$ (2MASS), $B-V = 2.79$ (APASS). Переменная отождествляется с инфракрасным источником IRAS 21110+5135. Для уверенного определения характера переменности, наличия или отсутствия периодичности изменения блеска, в дальнейшем необходимы продолжительные и непрерывные ряды ПЗС-наблюдений.

Нами была выполнена фотометрия переменной в полосах *B* и *V*. В полосе *R* блеск звезды измерить не удалось из-за слишком большого светового потока. Кривые блеска GSC3601-01504 по данным ПЗС-фотометрии показаны на рисунке 4. Отдельно показан довольно быстрый подъем блеска в интервале JD 2456955 – 2456963, на котором было достигнуто наилучшее качество фотометрии.

GSC 3601-01504

Рисунок 4 – Кривые блеска GSC 3601-01504 в полосах B и V (ПЗС-наблюдения)**Выводы**

Нами обнаружена ранее не известная переменность двух звезд, GSC3601-01531 и GSC 3601-01504. Переменные классифицированы в соответствии с системой классификации ОКПЗ [12], для периодической затменной переменной определены элементы изменения блеска.

GSC3601-01531 представляет собой нечасто встречающийся случай короткопериодической затменной переменной типа Алголя. Похожие переменные были нами ранее исследованы по различным доступным фотометрическим данным: ACPsc ($P = 0^d.335307$) [13], GSC 4190-00894 = V491 Dra ($P = 0^d.33488$) и GSC 4424-01958 = V505 Dra ($P = 0^d.378035$) [14], GSC 2967-00227 = GX Lyn ($P = 0^d.4566415$) и GSC 2979-01248 = IY Lyn ($P = 0^d.4541783$) [15].

К похожему переменным можно отнести CSS_J072621.8+355538 ($P = 0^d.324238$) и CSS_J065707.4+482819 ($P = 0^d.363855$) из Каталога периодических переменных звезд обзора Catalina [16]. Кроме того, совсем недавно в ходе проекта OGLE в центральных областях Галактики был обнаружен ряд затменных переменных типа Алголя с еще более короткими периодами ($P < 0^d.22$), часть из которых, вероятно, относится к катаклизмическим переменным [17]. Для таких звезд характерны происходящие время от времени изменения блеска и формы кривой в максимуме, что достаточно уверенно отмечается в наших наблюдениях.

GSC 3601-01504 относится к красным неправильным и полуправильным переменным. Ряд таких звезд рассматривался в серии наших работ [18], [19] и [20]. Из-за недостатка данных пока нельзя уверенно говорить о наличии или отсутствии периодичности изменения блеска у этой звезды. Для этого в дальнейшем необходимо выполнить регулярные и продолжительные (несколько лет) ПЗС-наблюдения этой переменной.

Авторы выражают благодарность В. П. Горанскому за предоставление программы анализа временных рядов, а также М. А. Кругову, Н. В. Личкановскому и И. В. Рудакову за оказание технической поддержки в наблюдениях.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке программы фундаментальных исследований Р-7 Президиума РАН и гранта МОН РК N 0075/ГФ-4

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кусакин А. В., Хруслов А. В., Кокумбаева Р. И. Поиск и исследование новых переменных на телескопе ZEISS-1000 Тянь-Шаньской астрономической обсерватории, Известия Национальной академии наук Республики Казахстан, серия физико-математическая, **2014**, 4 (296), с. 51-59.

[2] Wozniak, P.R., Vestrand, W.T., Akerlof, C.W., et al., Astron. J., **2004**, с.127, 2436

[3] <http://skydot.lanl.gov/nsvs/nsvs.php>

[4] Butters, O.W., West, R.G., Anderson, D.R., et al., Astron. and Astrophys., **2010**, с.520, L10

[5] <http://wasp.cerit-sc.cz/form>

[6] Skrutskie, M. F., Cutri, R. M., Stiening, R., et al., Astron. J., **2006**, с.131, 1163

[7] <http://www.aavso.org/download-apass-data>

[8] Deeming, T. J., Ap&SS, **1975**, с.36, 137

[9] Laffler, J., Kinman, T. D., Astrophys. J. Suppl., **1965**, с.11, 216

- [10] Sokolovsky, K.V., Perem. ZvezdyPrilozh, **2007**, c.7, No. 30
[11] http://scan.sai.msu.ru/swasp_converter
[12] Samus, N.N., Durlевич, O.V., Goranskij, V.P., Kazarovets, E.V., Kireeva, N.N., Pastukhova, E.N., Zharova, A.V., General Catalogue of Variable Stars, Centre de DonneesAstronomiques de Strasbourg, B/gcvs, **2007 – 2015**,
[13] Kryachko, T., Samokhvalov, A., Satovskiy, B., Denisenko, D., Khruslov, A. V., Perem. ZvezdyPrilozh. **2008**/ Variable Stars Suppl., 8, No. 17
[14] Khruslov, A. V., Perem. ZvezdyPrilozh. **2011**, Variable Stars Suppl., 11, No. 1
[15] Khruslov, A. V., Perem. ZvezdyPrilozh. **2013**, Variable Stars Suppl., 13, No. 16
[16] Drake, A. J., Graham, M. J., Djorgovski, S. G., et al., Astrophys. J. Suppl., **2014**, c.213, 9
[17] Soszynski, I., Stepień, K., Pilecki, B., et al., ActaAstronomica, **2015**, 65, 39
[18] Khruslov, A. V., Perem. ZvezdyPrilozh. **2007**, Variable Stars Suppl., 7, No. 23
[19] Khruslov, A. V., Perem. ZvezdyPrilozh. **2009**, Variable Stars Suppl., 9, No. 27
[20] Khruslov, A. V., Perem. ZvezdyPrilozh. **2012**, Variable Stars Suppl., 12, No. 4

REFERENCES

- [1] A. V. Kusakina, A. V. Khruslov, R. I. Kokumbaeva “Discovery and study of new variable stars using the ZEISS -1000 telescope of the Tien-Shan astronomical observatory, *Izvestiya NAN RK, seriya fiz-mat*, **2014**, 4 (296), c. 51-59.
[2] Wozniak, P.R., Vestrand, W.T., Akerlof, C.W., et al., Astron. J., **2004**, c.127, 2436
[3] <http://skydot.lanl.gov/nsvs/nsvs.php>
[4] Butters, O.W., West, R.G., Anderson, D.R., et al., Astron. and Astrophys., **2010**, c.520, L10
[5] <http://wasp.cerit-sc.cz/form>
[6] Skrutskie, M. F., Cutri, R. M., Stiening, R., et al., Astron. J., **2006**, c.131, 1163
[7] <http://www.aavso.org/download-apass-data>
[8] Deeming, T. J., Ap&SS, **1975**, c.36, 137
[9] Lafler, J., Kinman, T. D., Astrophys. J. Suppl., **1965**, c.11, 216
[10] Sokolovsky, K.V., Perem. ZvezdyPrilozh, **2007**, c.7, No. 30
[11] http://scan.sai.msu.ru/swasp_converter
[12] Samus, N.N., Durlевич, O.V., Goranskij, V.P., Kazarovets, E.V., Kireeva, N.N., Pastukhova, E.N., Zharova, A.V., General Catalogue of Variable Stars, Centre de DonneesAstronomiques de Strasbourg, B/gcvs, **2007 – 2015**,
[13] Kryachko, T., Samokhvalov, A., Satovskiy, B., Denisenko, D., Khruslov, A. V., Perem. ZvezdyPrilozh. **2008**/ Variable Stars Suppl., 8, No. 17
[14] Khruslov, A. V., Perem. ZvezdyPrilozh. **2011**, Variable Stars Suppl., 11, No. 1
[15] Khruslov, A. V., Perem. ZvezdyPrilozh. **2013**, Variable Stars Suppl., 13, No. 16
[16] Drake, A. J., Graham, M. J., Djorgovski, S. G., et al., Astrophys. J. Suppl., **2014**, c.213, 9
[17] Soszynski, I., Stepień, K., Pilecki, B., et al., ActaAstronomica, **2015**, 65, 39
[18] Khruslov, A. V., Perem. ZvezdyPrilozh. **2007**, Variable Stars Suppl., 7, No. 23
[19] Khruslov, A. V., Perem. ZvezdyPrilozh. **2009**, Variable Stars Suppl., 9, No. 27
[20] Khruslov, A. V., Perem. ZvezdyPrilozh. **2012**, Variable Stars Suppl., 12, No. 4

Р.И. Коқумбаева¹, А.В. Хруслов^{2,3}, А.В. Кусакин¹

АК НЦКИТ «В.Г. Фесенков атындағы Астрофизикалық институты», Алматы қаласы.
ММУ «П.К.Штернберг атындағы мемлекеттік астрономиялық институті», Москва, Ресей.
РАН (ИНАСАН) Астрономиялық Институті, Москва, Ресей.

ЕКІ ЖАҢА АЙНЫМАЛЫ ЖҰЛДЫЗДАРЫ GSC 3601-01531 ЖӘНЕ GSC 3601-01504

Аннотация. Біз екі жаңа айнымалы жұлдыздардың ашылуын ұсынамыз: GSC 3601-01531, (EA) Алголь типті қос қысқа мерзімді тұтылмалы жүйесі, қысқ жылтыр тұтылу басында және аяғында жылтыр түрінде тұрақты болып қалады, және GSC 3601-01504, амплитудасы аз теріс қызыл айнымалы шама. Осы типті айнымалы жұлдыздардың теріс өзгерістермен бірнеше ондаған немесе жүздеген күн уақытымен жарқындық өзгерістер байқалады.

NSVS және SuperWASP фотометриялық бақылаулардың электрондық мұрағатының ақпараттарына сәйкес бірінші жұлдыздың айнымалылығына күдік тудырды. В.Г.Фесенков атындағы Астрофизикалық институтының Тянь-Шань астрономиялық обсерваториясы телескопының Apogee U9000 D9 камерасымен алынған, Джонсон фотометриялық жүйесінің *B*, *V* және *R* жолақтарындағы Біздің ПЗС – бақылауларымыз, осы болжамды растауға, сонымен қатар көршілес жұлдыздың айнымалы екеніне жағдай туғызды. Айнымалы жұлдыздардың Жалпы каталогының санаттары жүйесіне сәйкес, екі жұлдыздың айнымалылық типтері екені анықталды, GSC 3601-01531 тұтылмалы жүйесінің жылтырлау өзгерістерінің элементтері табылды.

Соның нәтижесінде байланыс CCD фотометрия деректер және электрондық сауалнамалар және NSVS SuperWASP В.П. Горанский әзірлеген бағдарламалық жасақтама көмегімен талдау жасалды (ШМАИ).

Түйін сөздер: фотометрия, айнымалы жұлдыздар, фотометриялық бақылаулар, жарық қысықтар.