

УДК 52-13(083.8)

Идентификация звезд и цифровая версия каталога Э.С. Бродской и П.Ф. Шайн 1958 года

М.А. Горбунов, А.А. Шляпников

ФГБУН “Крымская астрофизическая обсерватория РАН”, Научный, Крым, 298409
mag@crasrimea.ru, aas@crasrimea.ru

Поступила в редакцию 26 сентября 2017 г.

Аннотация. Рассмотрена процедура идентификации объектов по поисковым картам, определение их координат на эпоху 2000 года и перевод в машиночитаемый формат опубликованной в 1958 году версии каталога Э.С. Бродской и П.Ф. Шайн. Приведена статистика фотометрических и спектральных данных оригинального каталога. Описана цифровая версия каталога, его представление в HTML-, VOTable- и AJS-форматах, а также основные принципы работы с ним в интерактивном приложении Международной виртуальной обсерватории – атласе неба Aladin.

IDENTIFICATION OF STARS AND DIGITAL VERSION OF THE CATALOGUE OF 1958 BY BRODSKAYA AND SHAJN, *by M.A. Gorbunov and A.A. Shlyapnikov*. The following topics are considered: the identification of objects on search maps, the determination of their coordinates at the epoch of 2000, and converting the published version of the catalogue of 1958 by Brodskaya and Shajn into a machine-readable format. The statistics for photometric and spectral data from the original catalogue is presented. A digital version of the catalogue is described, as well as its presentation in HTML, VOTable and AJS formats and the basic principles of work in the interactive application of International Virtual Observatory – the Aladin Sky Atlas.

Ключевые слова: каталоги, фотометрия, спектры, статистика

1 Введение

Каталог спектров и фотографических звездных величин 3340 звезд ярче $12^m.5$ в площадке 45 квадратных градусов созвездия Персея, подготовленный Э.С. Бродской и П.Ф. Шайн (далее В58), был опубликован в 20-м томе “Известий Крымской астрофизической обсерватории” (Бродская, Шайн, 1958). Данная работа выполнялась согласно плану, предложенному академиком Г.А. Шайном, по исследованию звездной и пылевой составляющей Галактики, изучению пространственного распределения группировок ранних звезд и выявлению звезд, возбуждающих галактические туманности (Проник, 2005). Представляя интерес не только в рамках проекта, получившего название “План Шайна”, но и, собственно, как каталог объектов, работа Э.С. Бродской и П.Ф. Шайн получила ограниченное распространение, как и многие статьи, опубликованные в “Известиях Крымской астрофизической обсерватории” (Шляпников, 2007). В настоящее время (середина 2017 г.) по данным

ADS¹ из 3340 звезд, составляющих описываемый каталог, лишь 9 объектов занесены в базу данных SIMBAD². Последнее обстоятельство послужило основанием для перевода в цифровой машиночитаемый формат каталога Э.С. Бродской и П.Ф. Шайн.

2 Структура каталога В58

Статья, в которой напечатан каталог, занимает 45 страниц. В нее входит описание В58 на четырех страницах, восемь идентификационных карт и сам каталог с примечаниями на 33-х страницах. Технология перевода В58 в цифровой формат включала в себя сканирование и распознавание напечатанной символьной информации специализированным программным обеспечением, аудиовизуальный контроль и редактирование данных. Каталог состоит из 5-ти столбцов, в которых указаны: порядковый номер звезды в соответствующей зоне склонения; спектральные классы звезд; видимые фотографические величины m_{pg} ; показатели цвета $C.I.$, приведенные к системе $B-V$; номера звезд по каталогу ВД (Аргеландер, 1903). Данная структура, с добавлением координат звезд, была сохранена и для цифровой версии. Примечания, специальные обозначения и ссылки на данные из других каталогов снабжены соответствующей переадресацией на первоисточник. Более детальное описание цифровой версии будет дано ниже.

3 Идентификации объектов по поисковым картам и определение их координат

Основной проблемой при создании современного интероперабельного варианта В58 стало отсутствие координат каталогизированных объектов. Каталог разделен на шесть зон по склонению, внутри каждой из которых звезде присвоен соответствующий зоне номер. Данное обозначение с указателем есть на идентификационной карте, по которой, в классическом случае, необходимо найти объект для последующего извлечения информации о нем из В58. Очевидно, что подобная практика, широко распространенная в середине прошлого века, на сегодняшний день неприемлема.

Идентификация и определение координат звезд выполнялось по методике, предложенной А.А. Шляпниковым, с помощью интерактивного атласа неба Aladin (Боннарель и др., 2000), предназначенного для визуализации оцифрованных астрономических изображений и послойного наложения на них информации из астрономических каталогов и баз данных. Рисунки с отождествлением звезд из каталога В58 были отсканированы, загружены в Aladin, и для них выполнена астрометрическая калибровка. Последнее позволило совместить с идентификационными картами В58 информацию о положениях звезд из других каталогов. Рисунок 1 показывает фрагмент зоны $+56^\circ$ в области прямого восхождения 02^h29^m . Здесь, на части иллюстрации 2 из статьи Э.С. Бродской и П.Ф. Шайн 1958 года, маркерами отмечены положения звезд из каталога Tycho-2 (Хог и др., 2000). Если в Tycho-2 отсутствовала звезда из В58, координаты для нее брались из каталога APASS (Хенден и др., 2016). Для создания файла с координатами звезд необходимо было открыть редактор в консоли Aladin и поочередно, нажимая левой клавишей мышки по маркеру у звезды с соответствующим номером, добавлять его к появляющимся в окне редактора координатам.

Для каждой зоны В58 был создан отдельный текстовый файл с координатами и номерами звезд. К нему по соответствующим номерам путем перекрестной идентификации добавлялась информация из оригинального каталога. После создания сводного по зонам каталога В58 он был проверен на повторяющиеся координаты у звезд с разными номерами. После учета дублирующих координат (ошибок в их определении) был создан файл – прототип цифровой версии каталога Э.С. Бродской и П.Ф. Шайн. Преобразование его в формат, поддерживаемый Aladin, позволило провести более детальный анализ объектов, вошедших в В58.

¹ В58 в ADS: <http://adsabs.harvard.edu/abs/1958IzKry..20..299B>

² В58 в SIMBAD: <http://cdsibib.u-strasbg.fr/cgi-bin/cdsbib?1958IzKry..20..299B>

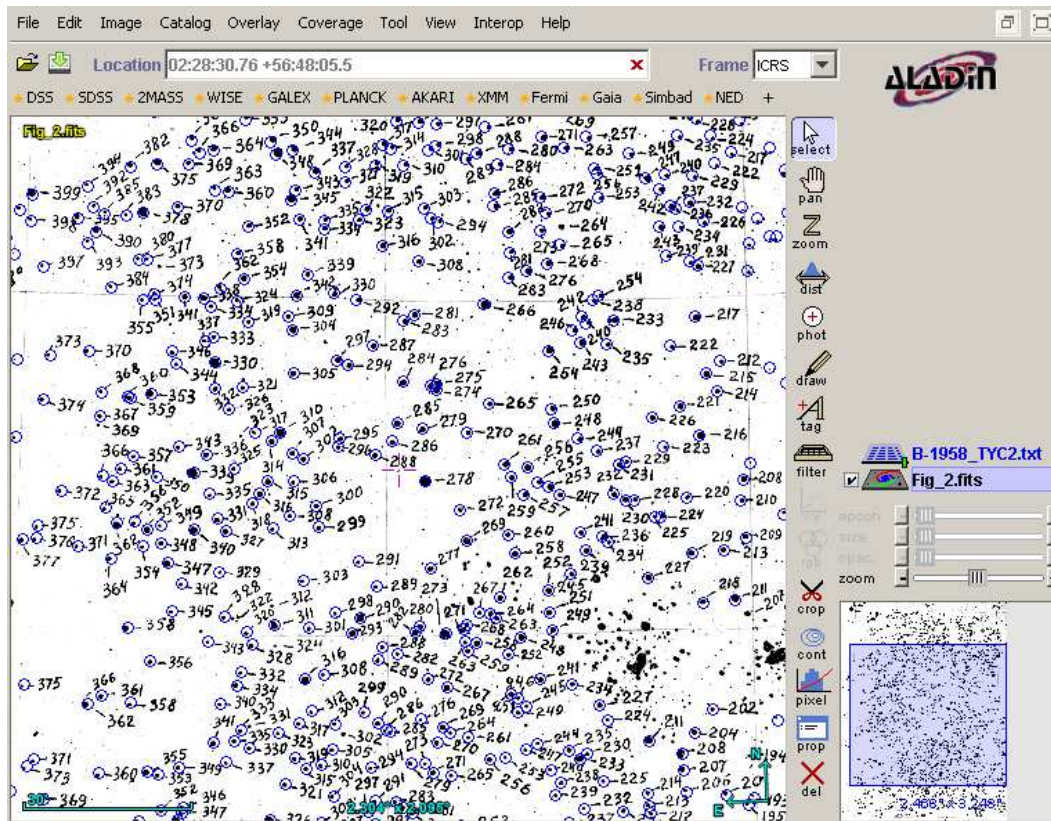


Рис. 1. К определению координат звезд из В58 (пояснения в тексте)

4 Статистика фотометрических и спектральных данных

Прежде чем приступить к сравнению информации из каталога В58 с другими каталогами, мы провели статистический анализ вошедших в него данных. При этом не были исключены данные, заимствованные авторами из других каталогов, а также неуверенные определения. Рисунок 2 иллюстрирует распределение объектов каталога В58 по звездным величинам в полосах B (левая панель) и V (правая панель). Лишь для 2115 звезд из 3400 каталога приведены показатели цвета $B-V$, на основании которых для последующего анализа рассчитывалась величина V . В описании каталога приведена его внутренняя точность, которая характеризуется среднеквадратической ошибкой в определении B - и V -величин как $0^m.034$ и $0^m.036$ соответственно. Этот диапазон ошибок был использован нами при дальнейшем анализе звезд на возможную переменность в сравнении с данными из других каталогов.

Максимум в распределении B -величин приходится на 12 звездную величину, а для V -величин он смещен в область более ярких звезд. Очевидно, что прямые снимки, по которым находились B - и V -величины объектов, имели большую проникающую способность. Однако определяющим фактором в данном случае служило то, насколько хорошо был виден и классифицируем спектр на негативах, полученных с объективной призмой.

На рисунке 3 представлено распределение числа звезд в зависимости от приведенных в каталоге В58 спектральных классов и подклассов. Наибольшее число звезд (2042) имеет спектральную классификацию B и A . Два объекта в каталоге классифицированы как звезды Вольфа – Райе, а для звезд № 14 и № 184 в зоне $+57^\circ$ спектральная классификация отсутствует.

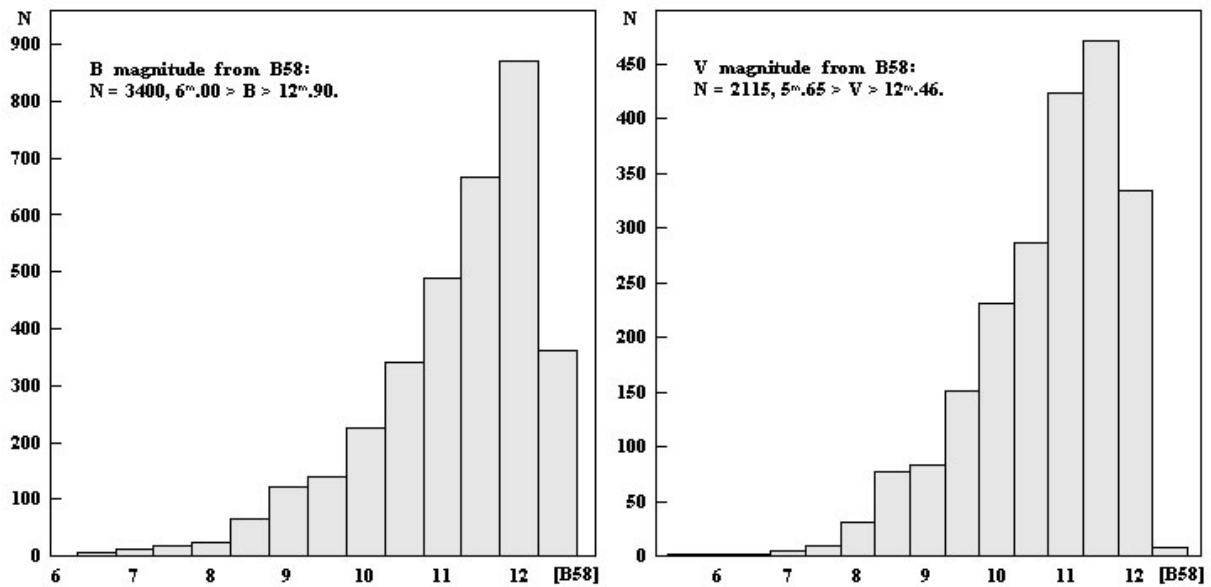


Рис. 2. Распределение объектов B58 по звездным величинам

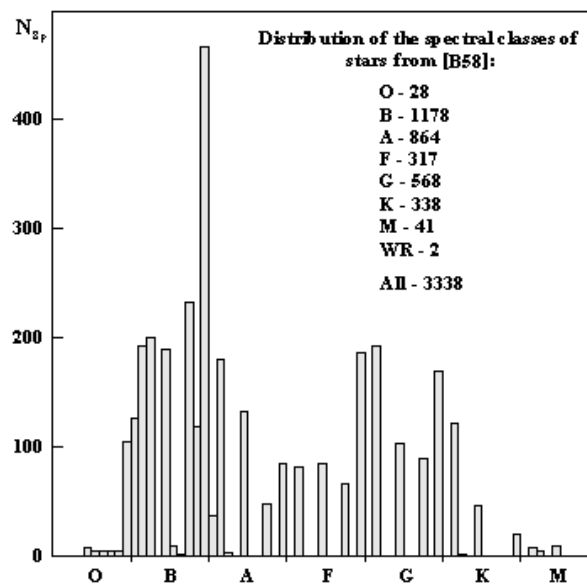


Рис. 3. Распределение объектов B58 по спектральным классам

5 Цифровая версия каталога B58

Принципы работы с сетевыми версиями каталогов, подготовленных в КрАО, описаны ранее (Шляпников, 2013). Цифровая версия B58 представлена (рис. 4) в базе данных каталогов и списках звезд проекта “План Шайна” на сайте Крымской астрономической виртуальной обсерватории (КрАВО). В структуре КрАВО для описания и работы с каталогами предусмотрен ряд закладок на странице, содержащей информацию о них. В закладке “Abstract” указаны: название, автор(ы), ключевые слова, год, том и первая страница публикации в “Известиях Крымской астрофизической обсервато-

Data Bases → Catalogs / Lists → "Shajn's Plane" → 1958IzKry..20..299B

Abstract
Publication
Identification Map
Catalogue
References
Digital version
Analysis

Description
Summary
ReadMe

Identification Map
Figure 1 - 8 in fits and ajs formats.

Digital Plates Archive:
JPG AJS FITS



The distribution objects of the catalogue on the sky.

Your Query [Open in new window !](#)

Examples: *BD+58 487; 02 34 37.9 +59 22 41*, or other identifier and format of coordinates used in SIMBAD.
The used full zoom (".") in Aladin for see all objects in the B-1958 catalog and option "Location" after download sky atlas for search objects (identifier or coordinates).

Full catalogue:
- HTML (cw, nw);
- VOTABLE;
- DATA (nw, Note).

Full catalogue with:
- ALADIN;
- path for ALADIN desktop;
- SIMBAD;
- Vizier.

Full catalogue publication:
- GIF (cw, nw, zip) [11 Mb];
- PDF (cw, nw) [4.2 Mb].

Рис. 4. Представление закладки "Digital version" каталога B58

рий", комментарии о числе библиографических ссылок, таблиц и рисунков, библиографический код публикации по классификатору SAO/NASA ADS с гиперссылкой к этой базе данных, гиперссылка на полный текст публикации в PDF- и GIF-форматах. Закладки "Publication", "Identification Map", "Catalogue" содержат, соответственно, отсканированную версию публикации, идентификационной карты, если она есть, и каталога. В закладке "References" приведен список литературы из публикации с гиперссылками на базу данных SAO/NASA ADS. "Digital version" – закладка, представляющая собой набор ссылок на информацию, собственно, цифровой версии каталога. В закладке "Analysis" содержатся результаты анализа каталога B58 в сравнении с современными данными. Этому разделу посвящена отдельная статья, опубликованная в данном томе.

6 Описание закладки "Digital version" каталога B58

Закладка разделена на три колонки. В каждой из них содержатся гиперссылки на HTML-файлы с соответствующей информацией цифровой версии каталога. Первая колонка обеспечивает доступ к общему описанию B58. Ссылка "Description" дает описание каталога по колонкам. В первой и второй колонках приведены координаты звезд, определенные по методике, описанной в разделе 3. Далее в колонках информация, описанная в разделе 2. Последняя колонка, как и первые две, является дополнением к оригинальной версии каталога. В ней приведены комментарии о конкретных объектах, представленные в "Примечании" оригинального каталога, а также указаны объекты, выделенные в B58 жирным шрифтом с указанием ссылки на публикацию, из которой была заимствована информация. Ссылка "Summary" содержит информацию: об обозначении B58 в базе данных КРАВО, названии, авторах, публикации, библиографическом коде, ключевых словах. В ней также указана статистика о числе объектов, размерах в килобайтах HTML-, XML- и DATA-файлов. Ссылка "ReadMe" соответствует формату, применяемому в базе данных Vizier для описания представленных в ней каталогов. Ссылка содержит: идентификатор каталога по Vizier, его название, фамилии

авторов, библиографический код по SAO/NASA ADS, ключевые слова, абстракт, описание, побайтовое описание структуры каталога, комментарии, благодарности, библиографические ссылки.

Ссылка “Identification Map” в закладке “Digital version” содержит таблицу, в которой идентификационные карты каталога B58 представлены в двух форматах: *FITS* и *AJS*. В формате *FITS* изображения имеют астрометрическую калибровку и были использованы для определения координат звезд (см. раздел 3). Формат *AJS* (Aladin Java Script) позволяет загружать идентификационную карту в интерактивный атлас неба Aladin с указанием звезд из каталога B58. Данные на странице “Identification Map” представлены в виде таблицы с указанием границ изображений по прямому восхождению и склонению соответственно. Их загрузка в Aladin производится путем сохранения файлов на персональном компьютере с последующим открытием в интерактивном атласе, либо копированием сетевого пути (гиперссылки) в окно “Location” в Aladin.

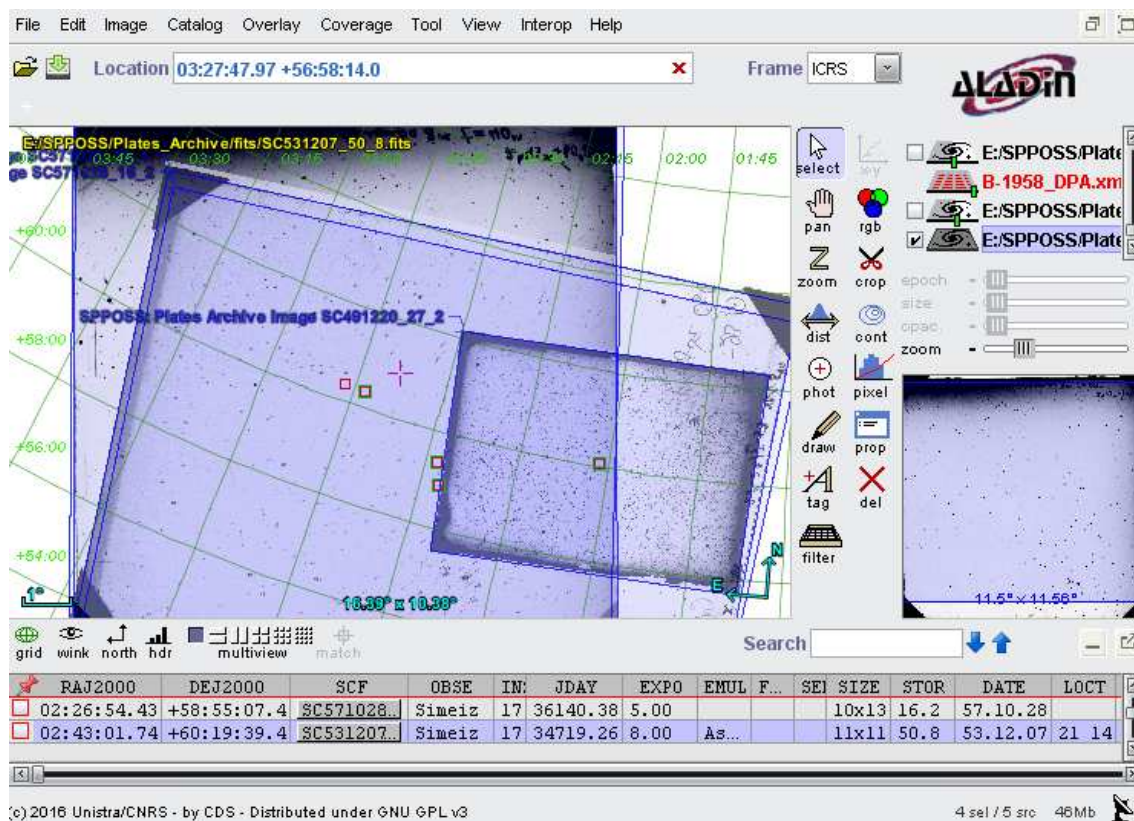


Рис. 5. Представление загрузок файлов AJS и FITS в Aladin

“Digital Plates Archive” – раздел, обеспечивающий доступ к оцифрованному архиву негативов стеклянной библиотеки КраО для данного каталога, в котором изображения представлены в трех форматах: *JPG*, *AJS* и *FITS*. Ссылка “JPG” позволяет перейти к странице цифровой версии каталога B58, содержащей уменьшенные копии оригинальных негативов, полученных по “Плану Шайна”. Файлы *ajs* и *fits*, загружаемые по соответствующим ссылкам, позволяют отображать в Aladin область покрытия неба пластинками и сами отсканированные негативы (рис. 5).

Центральная часть закладки “Digital version” демонстрирует распределение объектов B58 на небе и обеспечивает поиск объектов по их идентификаторам или координатам с помощью интерактивного атласа Aladin. Специальный блок, написанный на языке JavaScript и интегрированный в HTML код,

обеспечивающий интерактивную работу с B58, производит переадресацию и открывает в новой вкладке браузера апплет Aladin с загрузкой XML-версии каталога (см. ниже), центрированного на введенный запрос.

Правая колонка закладки “Digital version” содержит три раздела с доступом к цифровым версиям каталога B58 в различных форматах. В разделе “Full catalogue” представлена HTML-версия, которую можно загрузить в текущем (“cw”) или в новом (“nw”) окне браузера. Гиперссылка “VOTABLE” – версия B58 в формате, разработанном для приложений Международной виртуальной обсерватории (включает XML-структуру). Возможно сохранение каталога в данном формате на персональном компьютере или сетевое открытие его в приложениях виртуальной обсерватории (например, Aladin). DATA-версия представляет собой ASCII форматированный файл с данными каталога B58, который открывается в новом окне (ссылка “nw”). Здесь же загружается файл, содержащий комментарии (ссылка “Note”) к цифровой версии каталога. Раздел “Full catalogue with” обеспечивает использование цифровой версии B58 с апплетом Aladin (ссылка “ALADIN”), который открывается в новом окне браузера, либо копирование гиперссылки (строка ниже) в поле “Location” в программу Aladin, установленную на компьютере пользователя.

“SIMBAD” и “VizieR” – переадресация к соответствующим базам данных. В первом случае к уже интегрированной информации из B58, во втором – после добавления в базу данных VizieR.

В разделе “Full catalogue publication” обеспечены ссылки к цифровой версии каталога B58 в GIF- и PDF-форматах с указанием размеров соответствующих файлов.

7 Заключение

Рассмотренная в статье процедура идентификации объектов B58 по поисковым картам и определение их координат на эпоху 2000 года будет применена при создании цифровых версий других каталогов, полученных по “Плану Шайна”. Также будут сохранены структуры HTML-, VOTable- и AJS-форматов, что обеспечит единообразие представления данных.

При создании машиночитаемой версии каталога Э.С. Бродской и П.Ф. Шайн 1958 года активно использовались поддерживаемые Центром астрономических данных в Страсбурге приложения SIMBAD, VizieR и Aladin, а также библиографический сервис SAO/NASA ADS. Авторы признательны всем, кто обеспечивает их работу. Авторы выражают благодарность А.А. Сосновскому за предварительное определение части координат звезд каталога по идентификационным картам. Первый автор благодарит Российский фонд фундаментальных исследований и Министерство образования, спорта и молодежи Республики Крым за частичную поддержку подготовленной статьи за счет гранта № 16-42-910595.

Литература

- Аргеландер (Argelander F.W.A.) // Bonner Durchmusterung des nördlichen Himmels. / Eds Marcus and Weber’s Verlag. Bonn. 1903.
- Боннарель и др. (Bonnarel F. et al.) // Astron. Astrophys. Suppl. Ser. 2000. V. 143. P. 33.
- Бродская Э.С., Шайн П.Ф. // Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 1958. Т. 20. С. 299.
- Проник (Pronik I.I.) // Кинем. и физ. небесн. тел. 2005. Т. 21. № 5-доп. С. 250.
- Хенден и др. (Henden A.A. et al.) // AAVSO Photometric All Sky Survey (APASS) DR9. 2016.
URL: <https://www.aavso.org/apass>
- Хог и др. (Hog E. et al.) // Astron. Astrophys. 2000. V. 355. L. 27.
- Шляпников А.А. // Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 2007. Т. 103. № 3. С. 142.
- Шляпников А.А. // Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 2013. Т. 109. № 2. С. 169.