

УДК 004.9 + 520.84

## Звезды каталога GTSh10 в “Плане Шайна”

*М.А. Горбунов, А.А. Шляпников*

ФГБУН “Крымская астрофизическая обсерватория РАН”, Научный, Крым, 298409  
*aas@crao.crimea.ru*

Поступила в редакцию 25 марта 2019 г.

**Аннотация.** С целью пополнения базы данных фотометрических и спектральных наблюдений красных карликовых звезд каталога GTSh10 проверено наличие этих объектов среди исследованных в рамках выполнения проекта “План академика Г.А. Шайна”. Рассмотрен вопрос перекрестной идентификации данных интерактивной версии GTSh10 и каталогов “Плана Шайна”, а также доступа к информации архива фотографических наблюдений, на основе которых они были составлены. Статья проиллюстрирована примерами работы с полученным списком средствами виртуальной обсерватории с целью анализа состояния объектов и/или уточнения их фотометрических и спектральных характеристик в середине прошлого века.

STARS FROM THE GTSH10 CATALOG IN THE *SHAJN'S PLAN*, by *M.A. Gorbunov, A.A. Shlyapnikov*. We examine objects from the GTSh10 catalog among the studied stars as a part of implementing the *Plan of Academician G.A. Shajn* in order to replenish the database of photometric and spectral observations of red dwarfs. We consider a question concerning the cross-identification of data from the GTSh10 interactive version and the *Shajn's Plan* catalogs, as well as an access to the archive of photographic observations. The article is illustrated with examples of working with the obtained list by means of the Virtual Observatory in order to analyze the state of objects and/or to refine their photometric and spectral characteristics in the middle of the past century.

**Ключевые слова:** каталоги, архивные наблюдения

---

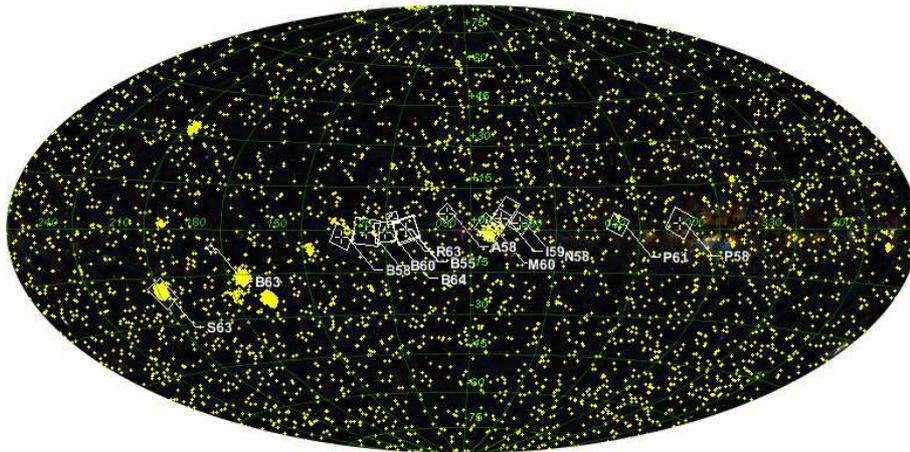
## 1 Введение

Создание интегрированной структуры базы данных, составляющей основу проекта “Крымская астрономическая виртуальная обсерватория” (Шляпников, 2007, 2013), предполагает определение связей накопленной в обсерватории информации. Это и оригинальные наблюдения, сохраняемые в “стеклянной” библиотеке и полученные уже в цифровом формате, и опубликованные результаты исследований, в том числе представленные в виде каталогов.

В 2010 году был подготовлен каталог GTSh10, содержащий 5535 объектов, в основном красных карликов нижней части Главной последовательности. Подробное описание этого Каталога дано в первом выпуске 107-го тома “Известий Крымской астрофизической обсерватории” (Гершберг и др., 2011).

Четырнадцать каталогов, содержащих информацию о звездных величинах, показателях цвета и спектральных классах  $\sim 35000$  звезд, были получены при реализации проекта “План академика Г.А. Шайна” (далее – “План Шайна”) по изучению структуры Галактики. Они опубликованы в

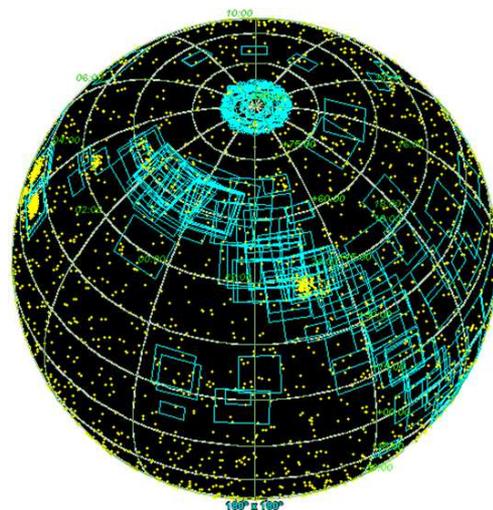
9-ти томах “Известий Крымской астрофизической обсерватории” с 1953 по 1963 годы, в 7-м томе “Трудов Рижской астрофизической лаборатории” 1958 года, в 7-м томе “Бюллетеня Вильнюсской астрономической обсерватории” 1963 года и в 136-м томе “Сообщений ГАИШ” в 1964 году (Pronik, 2005). В 2007 году начат перевод каталогов в машиночитаемый формат (Горбунов, Шляпников, 2017а, 2017б). Рисунок 1 иллюстрирует распределение на небесной сфере в галактической системе координат объектов из каталога GTSh10 и области покрытия закatalogизированными объектами из “Плана Шайна”. Отметим, что в некоторых случаях создание каталогов было ориентировано на выявление звезд ранних спектральных классов, возбуждающих свечение туманностей. Однако большая часть каталогов содержит практически все объекты, доступные для исследований в выбранных областях.



**Рис. 1.** Распределение на небесной сфере объектов из каталога GTSh10 и области покрытия закatalogизированными объектами из “Плана Шайна” (в галактической системе координат)

Основой для создания каталогов “Плана Шайна” стали наблюдения, выполненные в Крымской астрофизической обсерватории. Было получено 800 прямых снимков и 500 негативов с объективной призмой. Учитывая значительную площадь покрытия небесной сферы вдоль Млечного Пути (более 1300 квадратных градусов), особый интерес представляют переменные звезды, в частности с иррегулярными изменениями блеска, проявлениями вспышечной активности и другие пекулярные объекты. Подробно об архиве наблюдений, перспективах его оцифровывания и использования для решения астрофизических задач можно ознакомиться в ряде публикаций (Bondar', 2002; Bondar' et al., 2006; Bondar', Shlyapnikov, 2006; Бондарь, Шляпников, 2009; Gorbunov, Shlyapnikov, 2013; Pakuliak et al., 2014).

По рис. 1 и рис. 2 видно, что значительное число звезд из GTSh10 должно присутствовать как в каталогах, так и на негативах “Плана Шайна”. Отметим, что эти каталоги содержат, как правило, фотометрию, выполненную в двух полосах, и спектральную



**Рис. 2.** Распределение на небесной сфере объектов из каталога GTSh10 и области покрытия негативами, полученными по “Плану Шайна” (в экваториальной системе координат)

классификацию звезд. Информация каталогов и возможность независимого определения блеска звезд из GTSh10 по негативам позволят оценить состояние объектов на момент получения данных.

## 2 Идентификация звезд GTSh10 в каталогах “Плана Шайна”

Проблемы интерактивного использования каталогов, созданных по “Плану Шайна”, подробно рассмотрены в одной из статей, посвященной их преобразованию в цифровой формат (Горбунов, Шляпников, 2017б).

R.A. GTSh10	Decl. GTSh10	№ GTSh10	Name SIBAD	mag	Sp	OF	R.A. B58	Decl. B58	BD	Sp B58	B B58	B-V B58	
02 14 44.40	+59 47 57.0	420	V* V603 Cas	11.18	B	M0.5	F	02 14 44.37	+59 47 56.6	+59 151	F0	11.29	–
02 13 31.60	+60 26 03.0	415	V* V601 Cas	11.71	B	–	F	02 13 31.62	+60 26 03.6	+60 77	G0	11.66	–
02 30 39.60	+61 00 25.0	467	V* V612 Cas	12.50	B	M2	F	02 30 39.63	+61 00 25.2	+60 192	K0	12.03	–
02 55 56.90	+61 31 16.0	552	HR 860	5.60	F4/8	–	–	02 55 56.75	+61 31 15.8	+61 430	F5	(6.0)	–
02 22 26.30	+61 35 35.0	457	V* V607 Cas	12.10	B	M	F	02 22 26.27	+61 35 34.9	+61 126	B5	12.18	0.52
02 24 52.90	+61 53 47.0	459	V* V609 Cas	12.30	B	M3	F	02 24 52.60	+61 53 46.0	+61 134	K5:	12.05	–

Для перекрестной идентификации объектов GTSh10 и звезд из каталогов “Плана Шайна” применялся интерактивный атлас неба Aladin (Bonnel et al., 2000). Таблица 1 иллюстрирует звезды из каталога GTSh10, найденные среди объектов из каталога B58 (Бродская, Шайн, 1958). В колонках указаны следующие данные: а) координаты по обоим каталогам R.A.GTSh10, Decl.GTSh10 и R.A.B58, Decl.B58; б) номер по каталогу GTSh10 и обозначение в базе данных SIMBAD (№ GTSh10 и Name SIBAD); в) звездная величина в соответствующей полосе из GTSh10 и B58 (mag и B<sub>B58</sub>); г) спектральные классы по GTSh10 и B58 (Sp и Sp<sub>B58</sub>); д) наличие оптических вспышек OF; е) номер по каталогу BD и показатель цвета B-V по B58.

## 3 Звезды GTSh10 в архиве негативов “Плана Шайна”

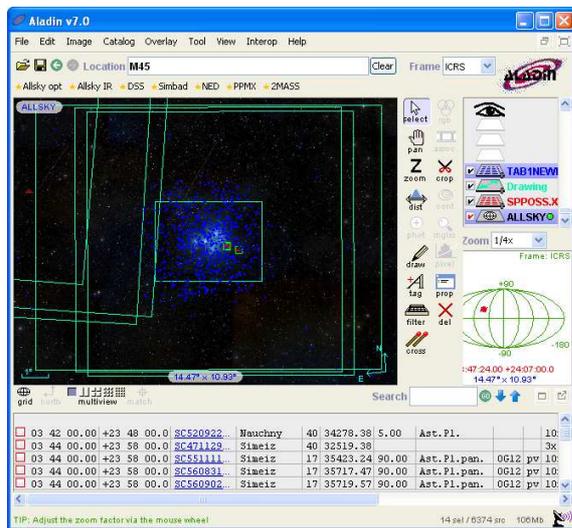


Рис. 3. Область Плеяд со звездами из GTSh10 и контурами негативов из архива

значающей номер изображения в архиве. В результате были отобраны негативы SC570202422 и SC560902424 (рис. 4). Следующим шагом стала обработка негативов с помощью программы

Как было отмечено во Введении, при выполнении “Плана Шайна” был получен наблюдательный материал, представляющий интерес для анализа состояния объектов на значительных интервалах времени. Так как данная работа проводилась с целью отработки методики фотометрии звезд из GTSh10 по архивным наблюдениям, для большей наглядности была выбрана область, содержащая значительное число объектов на единицу площади отснятого неба. В данном случае это область рассеянного скопления M45 (Плеяды). На рис. 3 показан интерфейс Aladin с 472 звездами из GTSh10 и негативами из стеклянной библиотеки, на которых зарегистрирована данная область. Их оказалось 14 в коллекции “План Шайна”.

Далее негативы были просмотрены на предмет их качества. Для этого последовательно каждый из 14 негативов автоматически пересылался в новое окно Aladin по гиперссылке, указанной в нижней части интерфейса и обозначающей номер изображения в архиве. В результате были отобраны негативы SC570202422 и SC560902424 (рис. 4). Следующим шагом стала обработка негативов с помощью программы

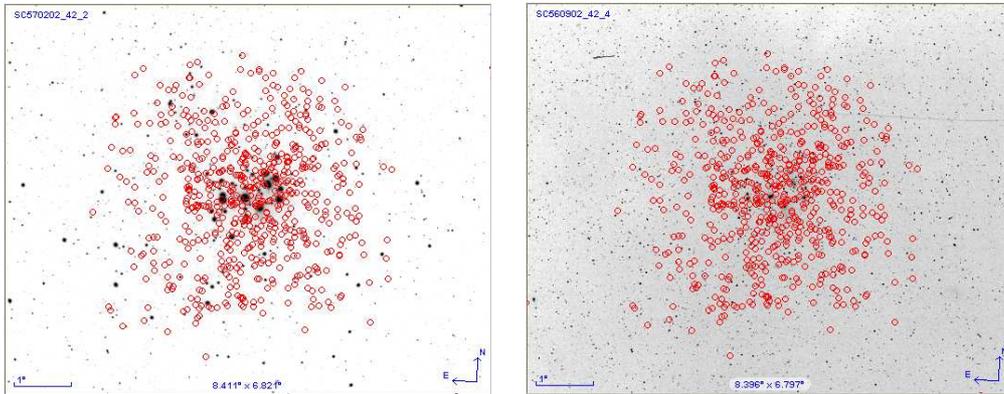


Рис. 4. Отобранные негативы с указанием положений звезд из GTSh10

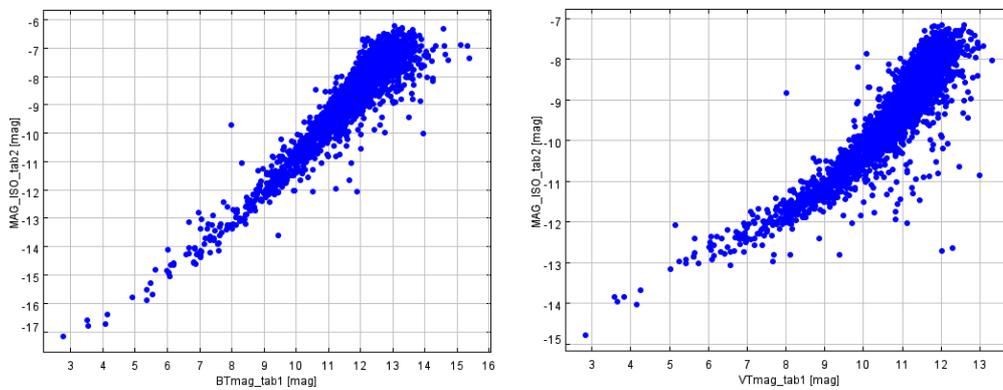


Рис. 5. Калибровочные кривые негативов

SExtractor (Bertin, Arnouts, 1996). Обнаруженные объекты были откалиброваны в системе каталога Tycho-2 (Hog et al., 2000) (рис. 5). Линеаризация характеристических кривых на данном этапе не производилась.

Отметим, что при обработке использовались уменьшенные (превью) изображения, доступные онлайн. Поэтому предъявлять высокие требования к фотометрической точности при оценках блеска объектов по этим негативам нелогично, прежде всего, так как размер звезд на нем в угловой мере составляет около  $1'$  и для корректной калибровки изображений необходимо производить суммирование блеска объекта вблизи калибруемого с такой диафрагмой. Тем не менее, рисунок 6 показывает хорошее согласие между звездными величинами  $V$  по GTSh10 и определенными по негативу SC560902\_42\_4.

#### 4 Заключение

Рассмотренная в статье процедура поиска объектов каталога GTSh10 по данным “Плана Шайна” позволяет пополнить базу данных КраО фотометрических и спектральных

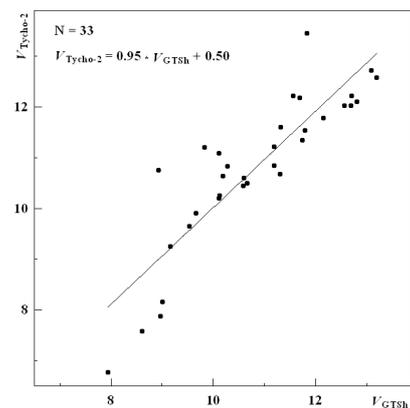


Рис. 6. Сравнение звездных величин  $V$  по GTSh10 и определенных по негативу SC560902\_42\_4

наблюдений красных карликов. Возможность работы с интерактивными приложениями Международной виртуальной обсерватории обеспечивает доступ к мировым астрономическим базам данных.

Материалы “Плана Шайна” доступны на сайте<sup>1</sup> Крымской астрофизической обсерватории. Загрузка архивных наблюдений по “Плану Шайна” с использованием интерактивного атласа неба Aladin осуществляется путем копирования ссылки<sup>2</sup> в область Location интерфейса этой программы.

**Благодарности.** При выполнении представленной работы активно использовались приложения SIMBAD, VizieR и ALADIN, поддерживаемые Центром астрономических данных в Страсбурге. Авторы признательны всем, кто обеспечивает их работу. Авторы выражают благодарность Российскому фонду фундаментальных исследований за частичную поддержку проводимых исследований за счет грантов № 18-32-00775 и № 19-02-00191.

## Литература

- Бондарь Н.И., Шляпников А.А., 2009. Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. Т. 104. № 6. С. 193. [Bondar’ N.I., Shlyapnikov A.A., 2009. *Izv. Krymsk. Astrofiz. Observ.* vol. 104, no. 6, p. 193. (In Russ.)]
- Бродская Э.С., Шайн П.Ф., 1958. Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. Т. 20. С. 299. [Brodskaia E.S., Shain P.F., 1958. *Izv. Krymsk. Astrofiz. Observ.* vol. 20, p. 299. (In Russ.)]
- Гершберг Р.Е., Теребиж А.В., Шляпников А.А., 2011. Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. Т. 107. № 1. С. 18. [Gershberg R.E., Terebizh A.V., Shlyapnikov A.A., 2011. *Izv. Krymsk. Astrofiz. Observ.* vol. 107, no. 1, p. 18. (In Russ.)]
- Горбунов М.А., Шляпников А.А., 2017а. Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. Т. 113. № 1. С. 10. [Gorbunov M.A., Shlyapnikov A.A., 2017a. *Izv. Krymsk. Astrofiz. Observ.* vol. 113, no. 1, p. 10. (In Russ.)]
- Горбунов М.А., Шляпников А.А., 2017б. Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. Т. 113. № 1. С. 20. [Gorbunov M.A., Shlyapnikov A.A., 2017b. *Izv. Krymsk. Astrofiz. Observ.* vol. 113, no. 1, p. 20. (In Russ.)]
- Шляпников А.А., 2007. Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. Т. 103. № 3. С. 142. [Shlyapnikov A.A., 2007. *Izv. Krymsk. Astrofiz. Observ.* vol. 103, no. 3, p. 142. (In Russ.)]
- Шляпников А.А., 2013. Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. Т. 109. № 2. С. 169. [Shlyapnikov A.A., 2013. *Izv. Krymsk. Astrofiz. Observ.* vol. 109, no. 2, p. 169. (In Russ.)]
- Bertin E., Arnouts S., 1996. *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, vol. 117, p. 393.
- Bondar’ N.I., Rumyantsev V.V., Shlyapnikov A.A., 2006. In Tsvetkov M. et al. (Eds), *Proceedings of the iAstro workshop: “Virtual Observatory: Plate Content Digitization, Archive Mining and Image Sequence Processing”*, pp. 136–142.
- Bondar’ N.I., Shlyapnikov A.A., 2006. *Proceedings of the “VIII Russian Conference of Digital Libraries”*, p. 318.
- Bondar’ N.I., 2002. *Proceedings of the “IV Russian Conference of Digital Libraries”*, p. 271.
- Bonnarel F. et al., 2000. *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, vol. 143, p. 33.
- Gorbunov M.A., Shlyapnikov A.A., 2013. *Odessa Astron. Publ.*, vol. 26, no. 2, p. 229.
- Hog E. et al., 2000. *Astron. Astrophys.*, vol. 355, p. 27.
- Pakuliak L., Shlyapnikov A., Rosenbush A., Gorbunov M., 2014. *International Workshop on Stellar Spectral Libraries ASI Conference Series*, vol. 11, p. 103.
- Pronik I.I., 2005. *Kinem. Fiz. Nebesn. Tel, Suppl.*, vol. 5, p. 250.

<sup>1</sup> [http://www.craocrimea.ru/~aas/PROJECTs/SPPOSS/CrAVO\\_SPPOSS.html](http://www.craocrimea.ru/~aas/PROJECTs/SPPOSS/CrAVO_SPPOSS.html)

<sup>2</sup> [http://www.craocrimea.ru/~aas/PROJECTs/SPPOSS/Plates\\_Archive/SPPOSS.AJS](http://www.craocrimea.ru/~aas/PROJECTs/SPPOSS/Plates_Archive/SPPOSS.AJS)