

БАЗЫ ДАННЫХ О ФОТОГРАФИЧЕСКИХ АРХИВАХ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Н.И. Бондарь

Крымская астрофизическая обсерватория, п. Научный Крым 98409

email: bondar@crao.crimea.ua

PHOTOGRAPHIC DATA BASES AND USING THEIR FOR ASTROPHYSICAL TASKS

N.I. Bondar'

Crimean Astrophysical Observatory, Nauchny Crimea 98409

email: bondar@crao.crimea.ua

History of the creating of photographic archives and main characteristics of the largest of them are described briefly. The total number of wide-field plates in all collections is about 2×10^6 . Information about observatories, telescopes, cameras and individual plates are stored in wide-field plate data base WFPDB. The main goals of this data base and scientific use of archival astronomical plates particular in Crimean Astrophysical Observatory are discussed in this paper.

1. Астрономические фотографические архивы, их создание и использование для фотометрических исследований

Среди используемых в астрономии методов исследования небесных тел и межзвездной среды значительное место отводится астрофотографии. Интенсивное применение фотографических методов для поиска переменных звезд и изучения проблем звездной переменности на разных обсерваториях позволило обнаружить десятки тысяч затменных и физически переменных звезд, исследовать вспышечные процессы, достичь успехов в области изучения новых и новоподобных звезд, цефеид, долгопериодических звезд, установить важные закономерности, используемые при построении теории переменности разных типов звезд и решении проблем звездной статистики.

Преимуществами фотографического метода являются одновременный охват большой площади неба, получение данных для слабых звезд благодаря возможности длительного накопления светового воздействия, сохранность наблюдений и возможность обращения к ним в процессе изучения звезд, возможность проводить колориметрические исследования.

Получение первых снимков звездного неба относится к середине 19-го века, а первые систематические наблюдения большого числа звезд с по-

мощью широкоугольных камер были организованы в 80-е годы директором Гарвардской обсерватории Эдвардом Ч. Пикерингом по программе “служба неба”. В результате было заложено начало коллекции прямых снимков для звезд ярче 11 звездной величины и спектров с объективной призмой для звезд ярче 8 звездной величины. Выполнение этой обсерваторией ряда других фотографических программ в последующие годы (с 1885 г. по 1989 г.) привело к созданию самой крупной коллекции, содержащей более 500 тыс. пластинок, представляющих звезды северного и южного полушарий до 17 звездной величины.

В 90-е годы фотографические методы наблюдений стали применять на европейских обсерваториях. Первый фотографический обзор был выполнен в Гейдельбергской обсерватории. В России систематическое фотографирование неба было организовано в 1895 г. на Московской обсерватории ее директором В.К. Цераским.

Развитие методов фотографии в астрономии привело к созданию новых чувствительных фотоматериалов, телескопов и объективов. Для целей изучения переменных звезд применялись широкоугольные объективы, с помощью которых получали снимки площадью в несколько сотен квадратных градусов. Совершенствовались методы, обеспечивающие стандартность фотометрических свойств пластинок, особенно их цветочувствительности. Для измерения фотографического эффекта создавались различные микрофотометры.

К середине 20-го века благодаря участию различных обсерваторий в фотографических программах по изучению звезд и звездных скоплений, поиску сверхновых, созданию фотометрических стандартов и других было открыто около 20 тыс. переменных звезд. Многие обсерватории стали обладателями стеклянных библиотек. В настоящее время, кроме Гарвардской обсерватории, крупные фотографические коллекции, содержащие около 250 тыс. негативов, хранятся в Зоннебергской обсерватории в Германии (с 1926 г.) и в Государственном Астрономическом Институте им. П.К. Штернберга в России (с 1895 г.), в архиве Одесской обсерватории сохранилось около 100 тыс. пластинок с 1909 г. – 20 тыс. старых, включая коллекцию Симеизкой обсерватории, и 80 тыс. полученных в Одессе в п. Маяки, начиная с 1957 г. Большую часть всех коллекций составляют прямые снимки в фотографических лучах. Общее число накопленных в обсерваториях мира фотопластинок составляет 2×10^6 , а полный объем информации оценивается в 10^{15} байт.

Изучение фотометрических особенностей индивидуальных объектов потребовало внедрения новых методов наблюдений, имеющих высокое отношение сигнала к шуму. Они потеснили фотографические методы, однако ценность фотографической пластинки как надежного и долговременного носителя информации возрастает при решении задач, требующих изучения фотометрического поведения объектов на длительных времен-

ных интервалах, обнаружения вспышечных явлений на звездах и галактиках, отождествления оптических объектов с источниками высоких энергий, фотометрии предельно слабых объектов и других, когда обращение к фотографическим архивным данным становится неизбежным.

2. База данных широкоугольных фотографических наблюдений

Эффективность использования фотографических архивов связана с внедрением информационных технологий для идентификации объектов, измерения их блеска и хранения данных. Идея создания банка данных о фотографических коллекциях всех обсерваторий, содержащих пластинки с полем больше 1 градуса, возникла в 1980 г. [1], а ее практическое осуществление началось в 90-е годы [2]. Для осуществления этого проекта предусмотрено выполнение следующих этапов.

1. Подготовка списка архивов широкоугольных пластинок – 1992-93 г.
2. Формирование глобального каталога всех известных пластинок с общими сведениями о каждой пластинке – 1993-96 г.
3. Создание информационного банка данных по результатам сканирования негативов - после 1996 г.

Список архивов (WFPA) составлен по сведениям, полученным примерно из 200 астрономических обсерваторий / институтов мира, подготовленных согласно разработанной форме. В ней указаны координаты обсерваторий и характеристики инструментов, на которых выполнены наблюдения, общее число пластинок в архиве и годы их получения. В настоящее время в списке есть данные о 281 коллекции.

Глобальный каталог (WFPDB) содержит основную информацию по индивидуальным пластинкам (экваториальные координаты центра, эмульсия, фильтр, размер поля, время наблюдений и т.д.), которую обсерватории предоставили в едином компьютерном формате. Однако многие обсерватории еще сохраняют данные только в табличной форме. Современное состояние всемирного архива и его анализ опубликован в [3].

Организация фотографических архивов в унифицированной форме повышает оперативность их использования для решения многих астрофизических задач. Сервисные программы обеспечивают быстрый доступ к информации, предоставляют ее в необходимом объеме и виде, что чрезвычайно важно на этапах подготовки программы исследований и поиска наблюдений на данном временном интервале. Впервые, благодаря созданию каталога WFPDB, каждая пластинка имеет не только свой номер, но и закрепленное место хранения. Уже сейчас некоторые обсерватории могут выполнить заказ по сканированию конкретной фотопластинки и передать ее изображение заказчику. Отметим, что даже крупные архивы имеют временные пробелы в наблюдениях по отдельным или всем объектам. Так,

например, в Гарвардской обсерватории фотографический патруль не проводился с 1950 по 1970 г. Поэтому централизация сведений о пластинках в едином архиве дает возможность использовать потенциал фотографических данных всех обсерваторий, что чрезвычайно важно для получения непрерывной и плотной информации.

Осуществление третьего этапа требует определенных материальных и трудовых затрат и для многих обсерваторий остается задачей будущего. Наиболее приемлемым сейчас является предложение выполнить сканирование нескольких пластинок по каждой области, чтобы обеспечить визуализацию их качества. Другой путь - выполнение конкретных астрофизических задач с привлечением наблюдений, хранящихся в разных архивах, и передача массивов обработанных пластинок в базу данных.

Для обработки изображений необходимо также иметь информацию о фотометрических стандартах (карты, звездные величины в различных полосах, библиографию). Богатый материал по фотометрическим стандартам собран в течение многих лет сотрудниками ГАИШ и ИНАСАН, но в настоящее время он хранится в обычной картотеке. В этой связи создание компьютерного каталога стандартов является актуальной задачей, как и вопросы редукции для создания однородной базы данных.

3. Фотографический архив Крымской астрофизической обсерватории

В базе данных Крымской астрофизической обсерватории (КрАО) фотографический архив широкоугольных пластинок хранится в формате 'dBASE III+' [4] и представляет фотографические наблюдения звезд до 12^m - 14^m в фотовизуальных лучах и до 16^m - 18^m в фотографических лучах, выполненные в 1938-1948 гг., 1948-1965 гг. и 1984г. Информация о пластинках, полученных в 1948-1965 гг. и 1984 г., полностью включена в глобальный каталог. В соответствующем формате представлены данные о месте наблюдений и фотографических инструментах, а также индивидуальные данные о 839 пластинках с прямыми снимками и 509 пластинках со спектральными наблюдениями с помощью объективной призмы. Небольшая часть архива (52 широкоугольных пластинки и 137 спектральных пластинок) не включена в WFPDB из-за частичной или полной потери информации о наблюдениях. В основном, это негативы, полученные в 1935-1948 годах.

Фотографические наблюдения в КрАО были инициированы академиком Г.А. Шайном с целью детального изучения структуры диффузных туманностей в Млечном Пути и горячих звезд, связанных с этими туманностями. Кроме того, была выполнена спектральная классификация звезд и определены значения межзвездного поглощения в направлении на туманности.

На рис. 1а для пластинок с прямыми снимками показано положение их центров в экваториальных координатах и число пластинок для данной области неба (внизу). На рис. 1б такие же графики построены для спектральных пластинок.

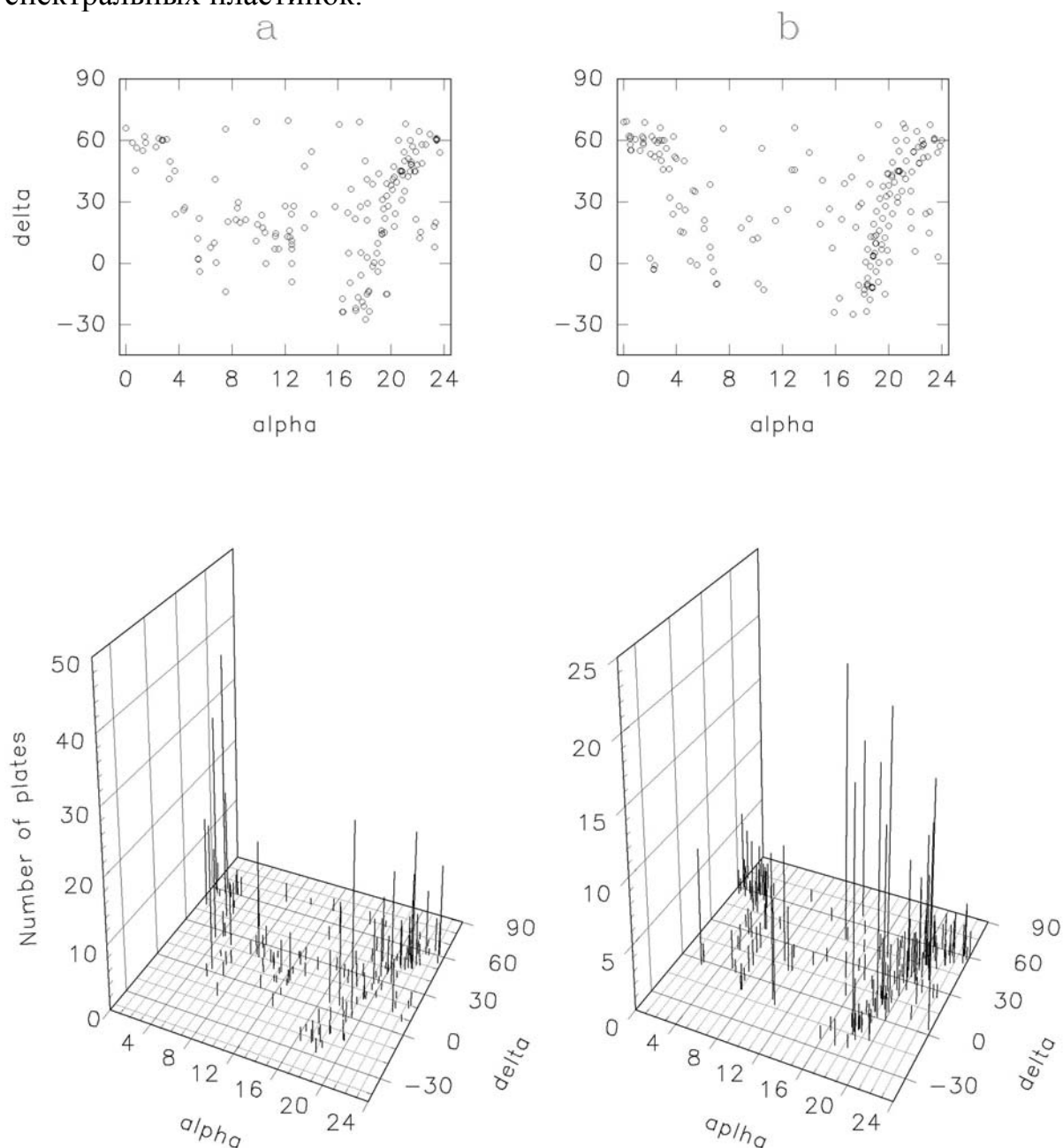


Рис. 1. Крымский фотографический обзор
 а) области получения прямых снимков; б) области наблюдений с объективной призмой

4. Использование базы данных в различных астрофизических исследованиях

Обращение к фотографическим архивам неизбежно при решении фотометрических задач, в которых используются ретроспективные данные

и исследуются слабые звезды. В Крымской астрофизической обсерватории по пластинкам из архивов ГАИШ, Зоннебергской обсерватории и Астрономической обсерватории Одесского университета [5-7] проводятся исследования блеска активных красных карликовых звезд. Впервые были получены кривые блеска для 40 красных карликов, в том числе и предельно слабых. Для некоторых звезд временные ряды имеют длительность около 100 лет. У 21 звезды обнаружены или заподозрены изменения блеска, свидетельствующие об изменении уровня их активности на временах в несколько десятков лет (рис. 2). Эти результаты вносят вклад в развитие наших знаний и теоретических представлений о звездной активности, обусловленной взаимодействием магнитных полей и конвективных процессов. Применяемая методика измерений обеспечивает хорошее согласие данных, полученных в разных коллекциях, а для пластинок с одинаковой эмульсией и масштабом различия в оценках блеска сравнимы с ошибками измерений.

Исследования в этом направлении будут продолжены с применением современных технологий поиска информации, считывания и обработки изображений по следующей программе.

1. Подготовка для разных обсерваторий, в первую очередь, имеющих крупные фотографические коллекции, списка исследуемых звезд, поисковых карт и звезд сравнения. Работа с глобальными базами WFPА, WFPDB и SIMBAD и базами данных отдельных обсерваторий.
2. Выбор фотометрических стандартов. Работа с картотекой ГАИШ и ИНАСАН.
3. Сбор библиографических данных и опубликованных результатов наблюдений, опираясь на базу SIMBAD.
4. Применение методов быстрого сканирования для считывания и обработки фотографических изображений. Апробация методики, разработанной в ГАО (Киев) [8-10].
5. Привлечение к проекту обсерваторий-держателей архивов с целью сбора большого числа наблюдений по каждой программной звезде.
6. Формирование базы данных о блеске исследованных звезд, с включением сопутствующей информации - библиографии, карт окрестности, звезд сравнения и др.

Продвигаясь в выполнении третьего этапа формирования WFPDB, все отсканированные пластинки будут пополнять этот архив.

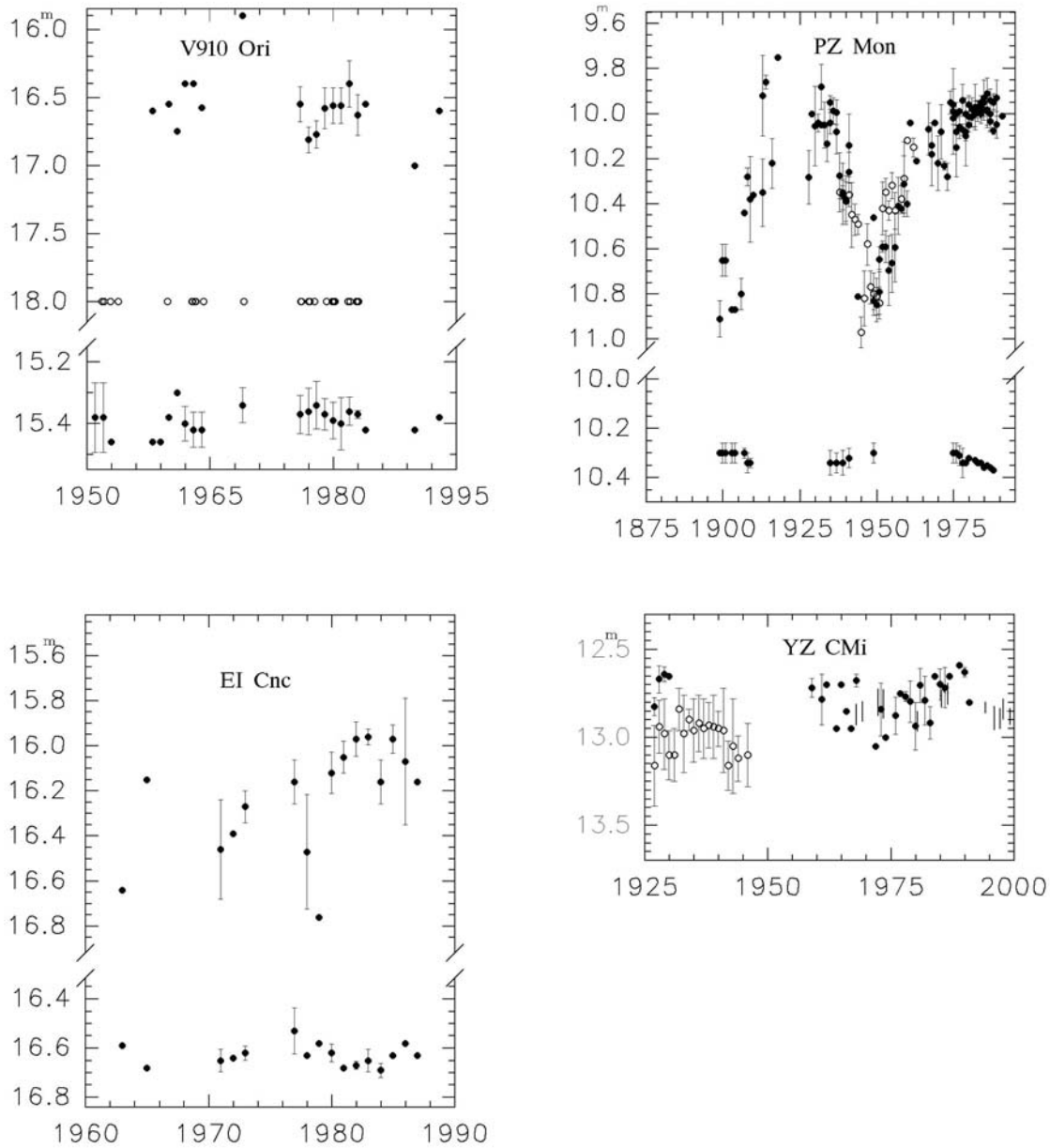


Рис. 2. Кривые блеска звезд, полученные по измерениям пластинок в фотографических коллекциях

Черные кружки – измерения в коллекции ГАИШ, светлые кружки на кривой блеска PZ Mon – измерения по Гамбургской коллекции, на кривой блеска YZ CMi – измерения в Гарвардской коллекции, вертикальные черточки – фотоэлектрические измерения.

В настоящее время фотографические архивы пополняются данными, полученными с помощью CCD-камер, что позволяет проводить глубокий мониторинг и получить снимки объектов до 23^m . Такие работы ведутся в Зоннебергской обсерватории и в Астрономическом институте в Ондрейжове, Чехия. Применяя методы сканирования и обработки изображений

для CCD-снимков и фотографических пластинок, они планируют создание в Брюсселе Европейского Центра фотографических данных (UDAPAC), в котором будут представлены фотометрические характеристики всех объектов на каждой пластинке. Одновременно в проекте предусмотрено выполнение ряда астрофизических задач, в том числе построение кривых блеска для измеренных звезд, изучение источников высоких энергий, идентификация и классификация слабых объектов и другие. Сотрудничество в этом направлении представляется перспективным для развития информационной базы современной астрономии и астрофизики.

Литература

1. Hauck B. // *Automated Data Retrieval in Astronomy*, 1982, p.217
2. Tsvetkov M. K. // *IAU Working Group of Wide-Field Imaging / Newsletter* 1999, No.2, P.51
3. Tsvetkov M. K., Stavrev K.Y., Tsvetkova K.P. et al. // *Baltic Astronomy*, 1997, V.6, P.271
4. Бондарь Н.И. // *Известия Крымской астрофиз. обс.*, 1999, Т. 95, С.195
5. Bondar' N.I. // *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 1995, V. 111, P. 259
6. Бондарь Н.И. // *Известия Крымской астрофиз. обс.*, 1996, Т. 93, С.215
7. Бондарь Н.И. // *Известия Крымской астрофиз. обс.*, 2001, Т. 97, С. 17
8. A.V.Sergeev., T.P.Sergeeva. // *Abs. Intern. Scient. Conf. "Variable Stars"*, Aug. 20-24, 2001, Odessa, Ukraine.: Publisher "Astroprint" – 2001. – P. 31
9. Sergeev A.V., Sergeeva T.P. // *Proc. Intern. Conf. "AstroKazan-2001"* 24 - 28 Sept., 2001, - Kazan, Russia. - Kazan State Univ.: Publisher "DAC", 2001. - P. 320
10. Сергеев А.В., Сергеева Т.П. // *Труды XXIII Астрометрической конференции СССР "Современная астрометрия"*. – Пулково (Россия). – 1987. С. 238