

Архивы Звенигородской астрономической обсерватории

© С.В. Верещагин

Институт астрономии РАН,
Москва

svvs@yandex.ru

© Н.В. Чупина

chupina@inasan.ru

Аннотация

Представлено описание электронной коллекции, созданной путем сканирования архивов фотопластинок и фотопленок, хранящихся на Звенигородской астрономической обсерватории Института астрономии РАН. Рассказано о составе коллекции, хранящейся информации и метаданных, даны инструкции для использования. В нашей коллекции объединены сканы изображений звездного неба, планет, комет и астероидов, накопленные за долгие годы работы на телескопах обсерватории. Полезную информацию смогут найти как профессионалы астрономы, так и работники школ, планетариев и любители астрономии.

1 Введение

Архивы, содержащие результаты зачастую многолетних наблюдений, крайне ценны именно в астрономии. Ведь именно в этой науке наблюдения уникальны, поскольку космические объекты и меняются во времени, также изменяются их положения в пространстве. Астрономы лишены возможности проводить эксперименты за небольшим исключением ближайших к Земле небесных тел? и должны довольствоваться лишь наблюдениями. С этой точки зрения создание электронных коллекций фотографических данных является вполне обоснованной деятельностью. Данные о небесных телах, содержащиеся на фотопластинках, могут комбинироваться с вновь полученными наблюдениями, что дает новые знания о небесных телах. Астрономические архивы используются как для целенаправленного изучения каждого индивидуального снимка неба, так и для сравнения изображений одних и тех же участков неба, полученных в разное время. Интересны сравнения изображений, полученных на разных обсерваториях: каждая обсерватория располагает своим, уникальным набором фотопластинок. Для обмена информацией между

астрономами всего мира удобно иметь электронные онлайн-коллекции разных обсерваторий с их характеристиками и подробным описанием наблюдательного процесса, включенного в метаданные [1].

Звенигородская обсерватория Института астрономии РАН (ИНАСАН) вносит свой вклад в пополнение фонда каталогов Международной виртуальной обсерватории [2]. Чтобы обеспечить доступ всему астрономическому сообществу к материалу, полученному на Звенигородской обсерватории, нами были созданы электронная коллекция фотонегативов и поисковая система к ней, размещенная на сайте ИНАСАН (<http://www.inasan.ru/rus/scan/>). Кроме того, информация о наших архивах представлена в Центре астрономических данных в Софии (Болгария) (<http://wfpdb.org>).

Перед нами была поставлена задача интеграции нашей электронной коллекции в Базу данных широкоугольных пластинок, находящуюся в Болгарии (Wide Field Plate Data Base, WFPDB) [3] и объединяющую аналогичные материалы с более чем ста обсерваторий разных стран. Эта задача практически решена, и ныне на первом плане остаются постоянные функции пополнения новыми сканами и обслуживание архива наблюдений и электронной коллекции. Сейчас стоит задача улучшить организацию данных, перейти к более четким математическим формулировкам ее устройства и возможностей использования. Другая задача – поделиться опытом реализации электронной коллекции, сделать ее как можно более известной и использовать опыт других исследователей для улучшения работы. Решению этих задач как нельзя лучше помогает данная конференция.

2 Наблюдательный материал Звенигородской обсерватории

Обсерватория Института астрономии РАН расположена в Московской области, близ города Звенигород. Географические координаты обсерватории: долгота – 36° 45.5', широта – 55° 41.9', высота над уровнем моря – 198 м. Инструменты, которые в разные годы применялись для наблюдений, и по которым накопился фотографический материал: Карл Цейсс (Carl Zeiss – 400/2000) астрограф, камера ВАУ (Высокоточная Астрономическая Установка), камера АФУ – 75 [5].

Труды 16-й Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» — RCDL-2014, Дубна, Россия, 13–16 октября 2014 г.

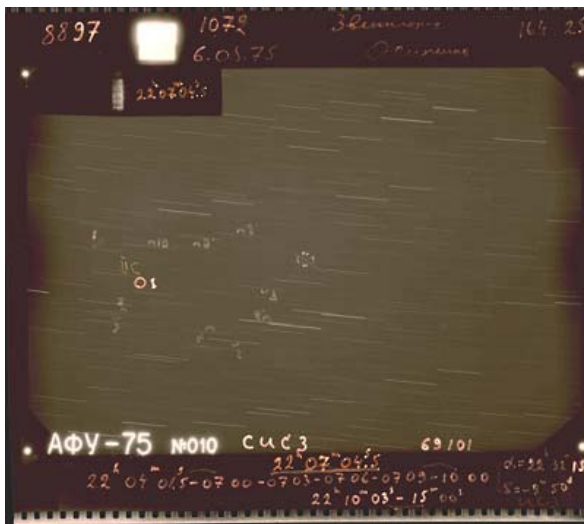


Рис. 1. Снимок на пленке АФУ. Получен при наблюдении спутника. Имеются цепочки по 13 изображений звезд, полученных вследствие смещения пленки на 3 мм в интервале между экспозициями в 1 с

Полезно для читателей и, в том числе потенциальных пользователей нашей коллекции, представить технические детали, большей частью относящиеся к фотопластинкам или объектам, на них отображенным.

Параметры камеры ВАУ: входной диаметр – 50 см, диаметр главного зеркала – 107 см, фокусное расстояние – 70 см, приемник – фотопленка 6×36 см, 5×30 градусов. Архив ВАУ содержит более 10000 пленок. Этот архив не каталогизирован.

Камера АФУ – 75: диаметр – 21.2 см, фокусное расстояние – 73.6 см, приемник – фотопленка 14×20 см, размер поля 10×15 градусов, масштаб $208''/\text{мм}$. Пленка в камере двигалась в поле объектива камеры, и обычно производилось 13 экспозиций с выдержкой 1 или 0.5 секунд с полным временем экспозиции от 10 до 70 с. На пленке попутно оказывались множество звезд с проникновением до 8 звездной величины. Такие пленки интересны сегодня для поиска вспыхивающих звезд, яркость которых меняется на интервале до одной минуты, а также новых и сверхновых. Вспыхивающими звездами с быстрым изменением блеска являются переменные звезды типа дельта Кита, поиск которых перспективен по архиву этой камеры.

Архив АФУ включает 2683 пленки, он каталогизирован. Сканирование нами не планировалось. Это накладывает особые условия работы с архивом путем выставления online-списка координат центров снимков с их описанием и выполнение сканирования по требованию. Пример пленки с цепочками по 13 изображений звезд и ИСЗ показан на рис. 1.

Карл Цейсс (Carl Zeiss – 400/2000) астрограф: диаметр – 40 см, фокусное расстояние – 206 см, приемник – фотографическая пластинка размерами

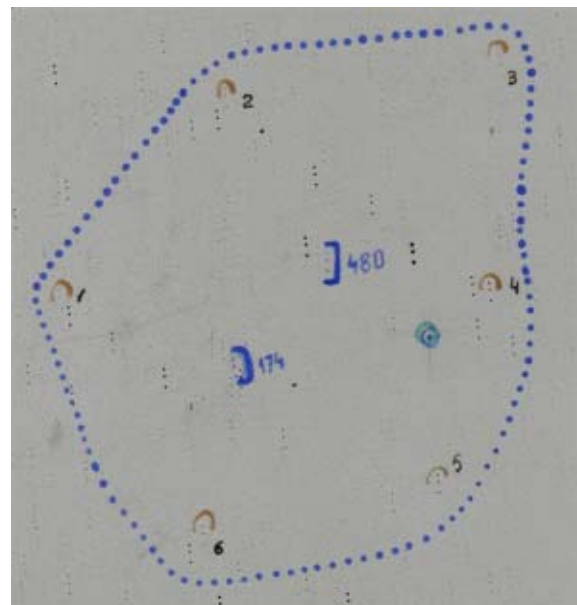


Рис. 2. Фрагмент фотопластинки астрографа с изображениями астероидов

30×30 см, 8.5×8.5 градусов, масштаб $103''/\text{мм}$. Установлен в Звенигороде в 1972 г.

Параметры архива астрографа. Число пластинок 3703. Предельная звездная величина составляет 14–16 звездной величины. Некоторые снимки интересны тем, что из-за больших размеров позволили полностью уместить хвосты даже для крупных комет. Особенно при фотографировании кометы с расположением хвоста вдоль диагонали пластинки. Интересны также следующие программы, по которым производились наблюдения в период работы телескопа с 1972 по 2005 г.

Особенно большой по объему полученного материала была программа ФОН (Фотографический Обзор Неба), по которой выполнен сплошной обзор практически всего северного неба.

Большой интерес представляет материал, полученный при наблюдениях астероидов. Он может быть полезен в теме «Космическая опасность», поскольку для определения орбит астероидов необходимо как можно большее количество наблюдений. В нашем архиве астрографа число этих пластинок составляет около 30% архива. Обычно при съемке делались 3 экспозиции со сдвигом камеры по склонению. Цепочка изображений малой планеты получалась наклоненной по отношению к цепочкам изображений звезд, поэтому ее легко обнаружить на негативе. Пример изображений астероидов приведен на рис. 2.

Другие, возможно одни из самых интересных пластинок, – полученные по наблюдениям комет составляют 8% всего архива. Наши пластинки позволяют выполнить определение точных координат (экспозиции 5–6 минут) ядра или иной структуры кометы. На рис. 3 показаны примеры изображений комет Nyakutake и Wild 2. Изучение хвоста кометы (длина изображения до 7° , 25 см) с

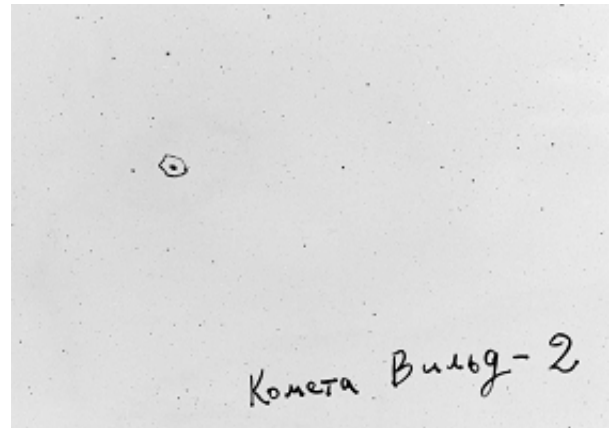


Рис. 3. Фотографические изображения комет: Wild 2 и Hyakutake

экспозициями 1 час и более позволяют провести научный анализ строения хвоста кометы и в случае нескольких снимков – изменения его деталей со временем.

Список комет, для которых имеются изображения в архиве астрографа: 108P/Ciffreo (1985p), C/1983 H1 (IRAS-Araki-Alcock = 1983d), 1P/Halley (1982i), 9P/Tempel 1 (1982j), 161P/Hartley-IRAS (1983v), 146P/Shoemaker-LINEAR (1984u), 21P/Giacobini-Zinner (1984e), C/1996 B2 (Hyakutake), C/1995 O1 (Hale-Bopp), 27P/Crommelin, 81P/Wild 2.

Другие программы включали:

– Составление каталога опорных звезд вокруг 190 радиоисточников (8%).

– Наблюдения Плутона (3%). Выполнена В.П. Осипенко для уточнения его орбиты.

– Наблюдения Марса (3%) в 1988 для обеспечения полетов двух АМС «Фобос» к этой планете.

3 Электронная коллекция фотопластинок

В период с 2004 по 2012 г. в ИНАСАН проводилась работа над проектом «Создание электронной библиотеки Звенигородского Астрографа» [4]. Группа, занимающаяся сканированием, работает на Звенигородской обсерватории.

Для оцифровки фотонегативов применялся стандартный сканер EPSON Expression 1640XL, как и на большинстве других обсерваторий (рекомендованный Международным Астрономическим Союзом). Скан негатива не идентичен фотопластинке-оригиналу и уступает ему в точности в несколько раз. В том случае, если понадобится более точная информация о каком-либо объекте, обнаруженном на скане, можно будет ставить вопрос об определении его координат или фотометрировании непосредственно по негативу с

помощью соответствующих астрономических инструментов.

Тем не менее, мы создали коллекцию сканов, чья точность соответствует определенному кругу астрономических задач. Коллекция состоит из двух архивов, созданных по пластинкам Астрографа и пленкам камеры АФУ. Составлен каталог негативов, где перечислены все их параметры. Также составлены и другие метаданные, они описаны ниже.

Объектом архива наблюдений являются фотопластинки и фотопленки (негативы). В коллекции для одного объекта в электронном виде имеется три типа информации:

1) FITS файлы – рабочие файлы, предназначенные для обработки на компьютере с целью получения прямоугольных координат положения небесного объекта, его диаметра, интенсивности фона. Рабочие сканы фотопластинок имеют разрешение 1600 dpi. Размер файла одного скана составляет около 700 Мб. В шапке FITS-файла указываются все параметры пластинки: дата наблюдения, координаты центра, начало и продолжительность экспозиции, имя наблюдателя, применяемые фильтры, наблюдаемый объект, тип эмульсии, а также комментарии.

2) TIFF файлы (разрешение 1200 dpi), используемые для публикаций. Характеристики этих файлов соответствуют типографским требованиям. Объем одного файла около 600 Мб.

3) JPEG файлы, используемые для организации предварительного просмотра изображений в Интернете. Имеют маленький объем (300 dpi, 3 Мб), удобный для размещения и чтения в Интернете.

Файлы хранятся на DVD- и USB- дисках. В дальнейшем, после приобретения мощных хранилищ данных, будут представлены в онлайн доступе. Файлы одного типа хранятся в отдельном разделе. Имя раздела соответствует типу файлов. Для облегчения доступа каждый из трех разделов

разбит по интервалам номеров, единых для всех. Работа с коллекцией осуществляется с помощью любого из файловых менеджеров операционной системы.

4 Метаданные

К метаданным нашей коллекции мы относим информацию четырех видов: об обсерватории, об архиве, о негативах и дополнительная информация.

В отдельном файле даны характеристики самой обсерватории (географическое положение, временная зона и пр.), которые позволяют оценить отправные моменты при проведении наблюдений. Эти данные важны при получении информации с негатива, главным образом, для определения координат звезд. Файл текстовый – ASCII. Он не структурирован, с простым перечислением параметров.

Каждый из архивов обсерватории (Астрографа и АФУ) охарактеризован своим набором параметров: полная характеристика оптической системы телескопа (тип, фокус, апертура), приемника излучения (стекло / пленка, тип эмульсии, размеры), количественные и качественные характеристики архива и имя ответственного астронома. Эти файлы также текстовые, ASCII, не структурированы, набор параметров регламентирован.

Параметры негативов (координаты центра, число и продолжительность экспозиций, дата наблюдений и пр.) собраны в ASCII-файлах отдельно по каждому архиву. Файлы имеют структуру таблицы, где строка – данные по одной пластинке / пленке. Информация в файлах упорядочена по номерам негативов. Номера формировались по ходу получения фотоматериала и фиксировались в свое время в журналах наблюдений.

Отдельно мы собрали файл с информацией о наблюдателях, с чьей помощью получен наш коллекционный материал. Кроме того, если для какой-нибудь пластинки имелся развернутый комментарий (особенности получения негатива: атмосферные температура, давление, данные об облачности и т.п.), это складировалось в отдельный файл. Комментарии в нем помечены номерами пластинок.

Записи, сделанные рукой наблюдателя, невозможно систематизировать, а они бывают ценны для работы с изображением. Поэтому журналы наблюдений, где рукой наблюдателя зафиксированы и параметры негативов, и комментарии к ним, также отсканированы в формате JPEG с разрешением 300 dpi – для выставления в Интернете; и в формате TIFF с разрешением 600 dpi – для использования в публикациях.

5 Полнота коллекции

С точки зрения состава в коллекции представлены разнообразные астрономические

объекты. По площади небесной сферы имеются изображения всего северного неба с захватом южной полусферы 10%. Это дает возможность применять материалы для поиска сверхновых, новых звезд и других нестационарных объектов. Для поиска переменных звезд можно использовать наши данные в совокупности с рядами наблюдений из других обсерваторий, так как у нас не делалось многократных (до 50 и более) снимков одних и тех же участков неба. Снимки нескольких десятков комет представляют уникальный материал для изучения деталей их строения. Востребованными в связи с изучением космической опасности могут оказаться данные наблюдений по тридцати астероидам, снимки которых имеются в архиве обсерватории.

В настоящее время ведутся работы по обслуживанию и поддержке электронного архива, по содержанию стеклотеки астрографа и фильмотеки камеры АФУ в надлежащем порядке. Проводится дополнительное сканирование в случае необходимости, соответственно обновляются и дополняются метаданные. Идет обмен информацией с Центром данных в Софии WFPDB [3]. Материалы архивов и электронной коллекции используются при решении современных задач обсерватории – наблюдении астероидов и космического мусора, а также образовательной и просветительской деятельности.

6 Информация on-line

О Звенигородской обсерватории и ее телескопах можно узнать на сайте ИНАСАН: <http://www.inasan.ru/eng/zvenigorod/instr.html>. Здесь же (<http://www.inasan.ru/rus/scan/>) представлена информация о рабочей группе, инструментах, объемах и характеристиках архивов. Предоставлена возможность выбора списка пластинок по дате наблюдения и / или координатам. Страница зарегистрирована в регистре NVO.

Наиболее полную информацию об архиве негативов Звенигородского Астрографа в целом и о каждом негативе в отдельности можно получить в Базе данных международного Центра сканирования широкоугольных фотопластинок в Болгарии (Wide Field Plate Data Base, WFPDB) [3]. База данных в Софии дает информацию об обсерваториях, накопленных на этих обсерваториях архивах, а также данные индивидуально по каждой пластинке. Сервисы WFPDB дают возможность выбора пластинок по самым разным параметрам - по обсерваториям, по инструментам, по дате наблюдения, по области неба, по именам наблюдателей, по продолжительности экспозиций, а также комбинации этих запросов. Список можно сортировать по любому параметру. Выбранные пластинки можно посмотреть на экране.

Организация коллекций на других обсерваториях аналогична нашей, [7–9], поскольку работа начиналась и выполнялась в соответствии с

рекомендациями Международного
Астрономического Союза (МАС). Отличия связаны
с возможностями технического оснащения, наличия
собственных серверов, а также объемами хранимых
данных.

Благодарности. Авторы благодарны коллегам из
Болгарии – Милчо и Кате Цветковым за
многолетнюю поддержку темы. Благодарим
рецензентов за полезные замечания, которые
позволили улучшить терминологию и в целом текст
и содержание статьи. **Литература**

- [1] Samus, N.N., Sat, L.A., Vereshchagin, S.V., Zharova, A.V. Moscow Astronomical Plate Archives: Contents, Digitization, Current and Possible Applications Virtual Observatory: Plate Content Digitization, Archive Mining and Image Sequence Processing, iAstro workshop, Sofia, Bulgaria, 2005 proceedings, ISBN-10 954-580-190-5, p. 103–108.
- [2] Ковалева Д.А., Длужневская О.Б. 'Российские ресурсы данных и их интеграция в структуру Международной Виртуальной Обсерватории // «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции»: Труды XIII Всероссийской научной конференции RCDL'2011, Воронеж, 19–22 окт. 2011 г. / ред.: Л.А. Калиниченко, А.В. Сычев, С.А. Ступников. – Воронеж: Издат.-полигр. центр Воронеж. гос. ун-та, 2011. – С. 317–325.
- [3] S.V. Vereshchagin, N.V. Chupina, V.P. Osipenko, O.B. Dluzhnevskaya and M.K. Tsvetkov The Zvenigorod astronomical plate collection presented in the Wide-Field Plate DataBase. VII Bulgarian-Serbian Astronomical Conference (VII BSAC), 1–4 June 2010, Chepelare, Bulgaria, Proceedings of the VII Bulgarian-Serbian Astronomical Conference, eds. M.K. Tsvetkov, M.S. Dimitrijević, K. Tsvetkova, O. Kounchev and Ž. Mijajlović, Publ. Astron. Soc. “Rudjer Bošković”, No. 11, 2012, 209–218.
- [4] O.B. Dluzhnevskaya, S.V. Vereshchagin, N.V. Chupina, V.P. Osipenko The INASAN Zvenigorod observatory plate collection. VII Bulgarian-Serbian Astronomical Conference (VII BSAC), 1–4 June 2010, Chepelare, Bulgaria, Proceedings of the VII Bulgarian-Serbian Astronomical Conference, eds. M.K. Tsvetkov, M.S. Dimitrijević, K. Tsvetkova, O. Kounchev and Ž. Mijajlović, Publ. Astron. Soc. “Rudjer Bošković”, No. 11, 2012, 359–362.
- [5] Верещагин С.В., Юревич В.А. Астронегативы Звенигородской обсерватории, Земля и Вселенная, 2009, 1.
- [6] S.V. Vereshchagin, N.V. Chupina. Digital archive of the astrograph plates stored at the INASAN Zvenigorod observatory, Baltic Astronomy, 2012, Vol. 21, p. 366–370.
- [7] R. Nesci, C. Barbieri, B. Bucciarelli, C. Blanco, R. Coluzzi, A. Dipaola, V. Greco, S. Magrin, E. Marilli, A. Omizzolo, F. Pedichini, F. Rampazzi, C. Rossi. Digitization and electronic distribution of the astronomical plate archives of Italian Astronomical observatories, Mem. S.A. It. Suppl. Vol. 3, 364.
- [8] K. Tsvetkova, M. Tsvetkov. Uccle Carte du Ciel Plate Catalogue Present in the WFPDB. JENAM 2007, EAS S8: Science with Virtual Observatories, 20–35 August 2007, Yerevan, Armenia.
- [9] K. Tsvetkova, M. Tsvetkov. T. Sergeeva. Wide-Field Plate Database: Ukrainian Plate Catalogues. JENAM 2007, EAS S8: Science with Virtual Observatories, 20–35 August 2007, Yerevan, Armenia.

Zvenigorod Observatory Archive Scans

Sergej V. Verechshagin, Natalia V. Chupina

We present the digital collection, produced by scanning the photographic plates and films and stored at Zvenigorod Observatory of the Institute of Astronomy. We have described structure of the collection, metadata and instructions for use.