

## **СИСТЕМА БЫСТРОГО ПОИСКА АСТРОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ И СОБЫТИЙ В ЭЛЕКТРОННЫХ АРХИВАХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПЛАСТИНОК**

А.В. Сергеев, Международный Центр астрономических и медико-экологических исследований РАН, НАН Украины и Правительства КБР, 361605 Терскол, КБР, Россия, [sergeev@mao.kiev.ua](mailto:sergeev@mao.kiev.ua)  
Т.П. Сергеева, Главная астрономическая обсерватория НАН Украины, ул. Академика Заболотного, 27, 03680 Киев, Украина, [sergeeva@mao.kiev.ua](mailto:sergeeva@mao.kiev.ua)

## **THE SYSTEM FOR QUICK SEARCH OF THE ASTRONOMICAL OBJECTS AND EVENTS IN THE DIGITAL PLATE ARCHIVES**

A.V. Sergeev, International Centre Astronomical and Medico-Ecological Researches, Russian Academy of Sciences, National Academy of Sciences of Ukraine, Government of KBR, 361605 Terskol, KBR, Russia, [sergeev@mao.kiev.ua](mailto:sergeev@mao.kiev.ua)  
T.P. Sergeeva, Main Astronomical Observatory, National Academy of Sciences of Ukraine, 27 Akademika Zabolotnogo st., 03680 Kyiv, Ukraine, [sergeeva@mao.kiev.ua](mailto:sergeeva@mao.kiev.ua)

From the middle of the XIX century observatories all over the world have accumulated about three millions astronomical plates contained the unique information about the Universe which can not be obtained or restored with the help of any newest facilities and technologies but may be useful for many modern astronomical investigations. The threat of astronomical plate archives loss caused by economical, technical or some other causes have put before world astronomical community a problem: the preservation of the unique information kept on those plates. The problem can be solved by transformation of the information from plates to digital form and keeping it on electronic data medium. We began a creation of a system for quick search and analysing of astronomical events and objects in digital plate archive of the Ukrainian Main astronomical observatory of NAS. Connection of the system to Internet will allow a remote user (astronomer or observer) to have access to digital plate archive and to work with it. For providing of the high efficiency of this work the plate database (list of the plates with all information about them and access software) are preparing. Modular structure of the system basic software and standard format of the plate image files allow future development of problem-oriented software for special astronomical researches.

## **1. Введение**

За сто с лишним лет существования фотографической астрономии обсерватории мира накопили около 3 миллионов фотопластинок [1]. На них зафиксирована уникальная информация о Вселенной – астрономические объекты и события, проявившиеся в момент съемки на наблюдаемом участке неба. Эта информация, не восстанавливаемая никакими современными средствами и методами наблюдений, необходима для решения многих фундаментальных и прикладных задач. Среди них – открытие и переоткрытие астрономических объектов во Вселенной, мониторинг больших и малых тел Солнечной системы, в частности, астероидов, сближающихся с Землей, изучение объектов с переменным блеском, в том числе новых и сверхновых, информационная поддержка космических проектов и прочие.

Угроза утраты отдельных пластинок и целых архивов в силу различных причин социально-экономического характера, а также в результате пожаров или иных стихийных бедствий поставила перед мировым астрономическим сообществом проблему сохранения информации, содержащейся на пластинках, путем ее адекватного преобразования в цифровой вид и хранения на современных электронных носителях информации. Электронные архивы астрономических данных – это не только дополнительный способ обеспечения сохранности уникальной информации, надежность которого, благодаря новым технологиям, со временем возрастет. Цифровая форма представления информации делает технически возможным доступ к ней самому широкому кругу пользователей. Это открывает новые горизонты перед исследователями в области астрономии, но и требует внедрения новых информационных технологий, как на этапе преобразования информации, так и при ее использовании.

## **2. Способы оцифровки астрономических пластинок**

До последних лет в мировой практике эта задача решалась, как правило, с применением специально сконструированных автоматических измерительных машин (АИМ) различного класса, стоимость которых превышала сотни тысяч и миллионы долларов. Время сканирования одной пластинки с высоким оптическим разрешением (размер пиксел до 2 мкм) на таких машинах составляет несколько часов, что делает нереальной задачу преобразования в цифровой вид всей информации, содержащейся на пластинках обсерваторий мира, в приемлемые сроки.

В последнее десятилетие стали появляться альтернативные проекты оцифровки астрономических пластинок. Один подход основан на разработке компактных, транспортабельных и относительно недорогих сканирующих систем с использованием стандартных устройств: ПЗС-матриц или линеек и высококачественной оптики [2 - 4]. Другой – на применении

коммерческих планшетных сканеров, оснащенных устройством для сканирования слайдов [5, 6]. Системы первого типа создавались в расчете на повышение разрешающей способности и позиционной точности по сравнению с коммерческими сканерами. Тем не менее, даже в самой последней разработке [4] не удалось полностью решить эту задачу. Кроме того, в этих системах пластинка сканируется частями, что создает дополнительные сложности при обработке изображений и значительно удлиняет процесс получения файла изображения пластинки. При этих способах оцифровки объемы информации, получаемой с одной пластинки, достигают своего максимума. Обработка и хранение данных, полученных с десятков и даже сотен тысяч пластинок, составляющих многие коллекции обсерваторий мира, вырастает в сложную в техническом и экономическом отношении проблему.

Для большинства астрономических задач нет необходимости проводить сканирование с таким разрешением. Используя недорогие планшетные сканеры можно осуществлять оцифровку пластинок с дискретностью 10-20 мкм и дискретизацией по амплитуде не более 4096 градаций серого, что позволяет снизить объем данных, получаемых с одной пластинки, до сотен мегабайт без существенных потерь астрономической информации и без применения методов компрессии. Это существенно снижает технико-экономические затраты, связанные с получением и хранением цифровых аналогов пластинок и значительно упрощает доступ к цифровому архиву пластинок и работу с ним. Уменьшение объема файла-изображения пластинки позволит реализовать одновременную обработку нескольких файлов-изображений избранной области неба на обычных персональных компьютерах, что принципиально важно для реализации быстрого обзора архивов с целью поиска астрономических событий, зафиксированных на пластинках. Следует отметить, что оцифровка с размером пиксел 20 мкм для пластинок многих телескопов соответствует масштабу в 1 - 2 угловые секунды на пиксел. Такой масштаб широко принят в современных астрономических исследованиях с ССД приемниками благодаря прогрессу в области обработки изображений. Пример эффективного применения коммерческого сканера для оцифровки пластинок несколько лет демонстрирует обсерватория ОСА (Франция) [6]. Использование сканера AGFA Horizon plus с оптическим разрешением 1200 dpi (размер пиксел 20 мкм) и дискретизацией по амплитуде 256 градаций серого позволило коллективу обсерватории ОСА (Франция) провести ряд фундаментальных астрономических исследований.

### **3. Система быстрого поиска астрономических объектов и событий в электронных архивах изображений пластинок.**

Авторами разработана и в настоящее время реализуется система быстрого поиска астрономических объектов и событий в архиве пластинок ГАО НАН Украины [7, 8]. Ключевыми моментами проекта являются: обеспечение оптимального преобразования информации от аналоговой формы представления на пластинке в цифровой вид, организация хранения файлов-изображений пластинок и эффективного доступа пользователей к работе с архивом. Предполагается создание на базе коммерческого планшетного сканера программно-аппаратной среды, позволяющей за короткое время (15-30 минут с учетом смены пластинок) получать файлы изображений пластинок и проводить их предварительную обработку с целью определения индекса качества пластинки и формирования сопутствующей информации. Созданный электронный архив (электронная библиотека) изображений пластинок и комплекс программ для работы с ним, ориентированный на работу с удаленным пользователем, обеспечит доступ исследователям всего мира к информации, хранящейся на пластинках ГАО.

Система быстрого поиска астрономических объектов и событий строится на следующих принципах:

— технические и программные средства системы сканирования оптимально ориентированы прежде всего на быстрый массовый обзор астрономических пластинок с целью поиска и выявления астрономических событий, зафиксированных на пластинках и не обнаруженных по тем или иным причинам;

— для получения файла-изображения пластинки в одном из принятых форматов используется относительно недорогой коммерческий сканер с оптическим разрешением до 20 мкм на пиксел и персональный компьютер, которые устанавливаются непосредственно в месте хранения пластинок;

— электронный архив пластинок формируется не сплошным сканированием всех пластинок стеклотеки, а путем решения конкретных астрономических задач в соответствии с поступившими запросами;

— система обеспечивает быстрый поиск информации о пластинках в соответствии с заданными критериями, используя базу данных пластинок, в которой содержится вся доступная информация о пластинке, в том числе о наличии отсканированного файла-изображения;

— аппаратно-программные средства системы обеспечивают одновременный доступ к файлам-изображениям всех пластинок нужного участка неба;

— программное обеспечение строится по модульному принципу, открыто для совершенствования, развивается и наращивается в соответствии с решаемыми задачами;

— система использует методы современной информационной технологии для обеспечения удаленного доступа и работы с электронным архивом пластинок.

#### **4. Цели и задачи системы быстрого поиска астрономических объектов и событий в архиве Главной астрономической обсерватории НАН Украины**

В архиве ГАО НАНУ содержится свыше 20 тысяч пластинок, снятых на протяжении более 50 лет для решения различных задач астрометрии, астрофизики, физики Солнца и планет. Многие из них пригодны для более широкого применения, что первоначально предполагалось авторами наблюдательных программ. По нашим оценкам, полученным в результате проведенной ревизии, в архиве ГАО насчитывается более 15 тысяч пластинок, пригодных для самого широкого спектра астрономических задач, среди которых поиск новых и переоткрытие недавно обнаруженных малых тел Солнечной системы, в частности, астероидов, сближающихся с Землей, исследование объектов с переменным блеском различного типа, и др.

Исходя из того, что наличие нескольких современных астрономических каталогов, в частности, полученных с помощью космических аппаратов, сделало неактуальной задачу определения высокоточных положений звезд по фотопластинкам, при постановке задачи массового сканирования пластинок основной акцент делается на поиске астрономических объектов и событий. При этом предполагается параллельное применение автоматического измерительного комплекса ПАРСЕК или других измерительных средств, если решаемая задача требует высокоточного определения позиционных и фотометрических характеристик. Возможно проведение повторного сканирования избранных площадок с высоким пространственным или фотометрическим разрешением, необходимым для решения данной задачи.

#### **5. Аппаратное обеспечение системы быстрого поиска астрономических объектов и событий**

По результатам анализа литературных источников и проведенных исследований было определено, что для построения эффективной системы поиска астрономических объектов и событий, позволяющей обеспечить однозначное отождествление объектов на пластинках из архива ГАО НАНУ и определение их точных фотометрических величин, необходимо следующее аппаратное обеспечение:

— сканер с возможностью оцифровки изображений на слайдах большого формата (до 300x300мм, оптическим разрешением до 1200 dpi, 20 мкм на пиксел, дискретизацией по амплитуде до 4096 градаций серого, 12 бит АЦП);

— сопряженный со сканером IBM PC совместимый компьютер с центральным процессором не ниже Celeron 800МГц, ОЗУ 256Мб, жестким диском не менее 20Гб, записывающим устройством для CD-ROM и DVD;

— IBM PC совместимый компьютер с центральным процессором не ниже Pentium-III 800МГц, ОЗУ 512Мб, имеющий RAID-массив объемом 100-200Гб для хранения цифрового архива и астрономических исследований на его основе;

— высокоскоростной канал для выхода в Интернет на основе выделенной линии с пропускной способностью не ниже 64Кбит/с.

## **6. База данных пластинок Главной астрономической обсерватории НАН Украины**

Электронная библиотека изображений пластинок, планируемая в рамках данного проекта, будет представлять собой совокупность файлов, полученных путем сканирования всей пластинки целиком при оптимальных для данной пластинки параметрах сканирования. Полученные файлы-изображения не будут подвергаться модификации, будет лишь производиться оценка качества пластинки, и проверка ее соответствия каталогу пластинок. Файлы-изображения предполагается хранить в двух экземплярах на оптических дисках с перспективой переноса на более современные электронные носители. On-line доступ к электронному архиву будет обеспечиваться по запросу.

Для эффективной работы удаленного пользователя с электронной библиотекой изображений пластинок необходимо наличие своего рода каталога – базы данных, позволяющей пользователю-астроному оперативно получать информацию о наличии пластинок нужной области неба и их характеристиках. В рамках данного проекта проводится формирование базы данных около 20 тысяч пластинок ГАО НАН Украины. Ранее существовавшая локальная однопользовательская база данных о части пластинок, созданная и поддерживаемая в среде СУБД FOXBASE+ [5-7], преобразована Л.К.Пакуляк в удаленную многопользовательскую систему в среде СУБД MySQL, размещенной на Web-узле ГАО [8]. Информация об этой части архива пластинок ГАО представлена во всемирной базе данных широкоугольных инструментов Wide-Field Plate Database (WFPDB) [9], отображающей крупнейшие архивы обсерваторий мира. В настоящее время ведется работа по приведению базы данных ГАО НАНУ к стандартному виду, принятому для WFPDB, ее расширению и дополнению информацией

о пластинках, полученных на других инструментах. Всего в архиве ГАО НАН Украины хранится более 30 тысяч пластинок, содержащих уникальную информацию о Вселенной, Солнце, Луне, больших и малых планетах солнечной системы и других объектах.

## Литература

1. Hudec R. An introduction to the world's large plate achieves // Proc. Intern. Workshop "Treasure-Hunting in Astronomical Plate Archives". – Sonneberg, March 4 - 6, 1999. – H. Deutsch 1999. – P. 28 – 40.
2. Ortiz Gil A., Lopez Garcia A., Martinez Gonzalez J.M., Yershov V. Automatic measurement of images on astrometric plates // Planet. Space Sci. – 1994. V. 42, N 4. – P. 349 - 357.
3. Kroll P., Neugebauer P. Brightness determination on photographic plates using a CCD line scanner // Astronomy and Astrophysics. – 1993. – V. 273, N 1. – P. 341 - 348.
4. Kroll P., Brunzendorf J. Technical concept and parameters of Sonneberg's plate scanner "HISS" // Proc. Intern. Workshop "Treasure-Hunting in Astronomical Plate Archives". – Sonneberg, March 4 - 6, 1999. – H. Deutsch 1999. – P. 61 - 67.
5. Kroll P. Introduction: Technical concepts and solutions // Proc. Intern. Workshop "Treasure-Hunting in Astronomical Plate Archives". – Sonneberg, March 4 - 6, 1999. – H. Deutsch 1999. – P. 41 - 44.
6. Pollas C., Bijaoui A. Digitisation with a scanner machine of the OCA photographic archives // Proc. Intern. Workshop "Treasure-Hunting in Astronomical Plate Archives". – Sonneberg, March 4-6, 1999. – H. Deutsch 1999. – P. 51 – 54.
7. A.V.Sergeev., T.P.Sergeeva. The system for quick monitoring of astronomical observatories glass archives. Main principles, aims and purposes // Abs. Intern. Scient. Conf. "Variable Stars", Aug. 20-24, 2001, Odessa, Ukraine.: Publisher "Astroprint" – 2001. – P. 31.
8. Sergeev A.V., Sergeeva T.P. Fast search of the astronomic events in astronomical observatories glass archives // Proc. Intern. Conf. "AstroKazan-2001" 24 - 28 Sept., 2001, - Kazan, Russia. - Kazan State Univ.: Publisher "DAC", 2001. - P. 320.
9. Pakuliak L., Kharchenko N., Yizhakevich E., Golovnya V., Andruk V., Kisljuk V. Data base of photographic observations of celestial bodies from the Golosiiv Observatory // Baltic Astronomy. – 1997. – V. 6, N 2. – P 251 - 254.
10. Pakuliak L., Kharchenko N., Yizhakevich E., Golovnya V., Andruk V., Kisljuk V. Data base of photographic observations of celestial bodies Golosiiv Observatory in Kiev // IAU Working Group on Wide-Field Imaging Newsletter No 9, July 1997. – P. 13 - 15.

11.Калтыгина С.В., Кислюк В.С., Пакуляк Л.К., Харченко Н.В. Голосеевский архив фотографических наблюдений // В сб. “50 років Головної астрономічної обсерваторії”. – Київ, 1994. – С. 280 - 290.

12.<http://www.mao.kiev.ua/new/ardb/>

13.<http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR-4>