

УДК [520.8+002.53]:004

**И. Б. Вавилова¹, Л. К. Пакуляк¹, Ю. И. Процюк², Н. В. Вирун³, А. А. Шляпников⁶,
С. Г. Кашуба⁴, А. И. Пихун⁴, С. М. Андриевский⁴, А. Э. Мажаев², Л. В. Казанцева⁵,
А. В. Шульга², А. В. Золотухина¹, Т. П. Сергеева¹, А. П. Мирошниченко⁷,
И. Л. Андронов⁸, В. В. Бреус⁸, Н. А. Вирнина⁸**

¹ Головна астрономічна обсерваторія Національної академії наук України, Київ

² Науково-дослідний інститут «Миколаївська астрономічна обсерваторія», Миколаїв

³ Астрономічна обсерваторія Львівського національного університету ім. Івана Франка, Львів

⁴ Науково-дослідний інститут «Астрономічна обсерваторія» Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова, Одеса

⁵ Астрономічна обсерваторія Київського національного університету ім. Тараса Шевченка, Київ

⁶ Науково-дослідний інститут «Кримська астрофізична обсерваторія», с. Наукове

⁷ Радіоастрономічний інститут Національної академії наук України, Харків

⁸ Одеський національний морський університет, Одеса

УКРАИНСКАЯ ВИРТУАЛЬНАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ (УкрВО). СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОБЪЕДИНЕННОГО АРХИВА НАБЛЮДЕНИЙ

Розглянуто сучасний стан спостережних архівів обсерваторій України за період 1898–2010 рр. з точки зору їхньої придатності до включення в УкрВО. Згідно з концепцією УкрВО, прийнятою Українською астрономічною асоціацією, база даних астронегативів є головною складовою УкрВО. Ця база даних буде містити всі фотоплівки, накопичені в Україні, та об'єднувати їх у єдиний оцифрований архів, що забезпечить користувачу легкий доступ до текстових даних і зображень через веб-інтерфейс і відповідний пошуковий механізм. Архіви даних, отримані за допомогою ПЗЗ- і радіоспостережень в Україні, також обговорюються як наукові складові УкрВО. Сформульовано перспективи розвитку об'єднаного цифрового архіву УкрВО.

ВСТУПЛЕНИЕ

Стремительное развитие астрономических исследований при помощи наземных и космических телескопов в последние десятилетия поставило перед международным научным сообществом ультимативную задачу разработки новых информационных технологий (ИТ), которые позволят быстро и единостандартно обрабатывать петабайтные массивы данных и обеспечи-

вать открытый доступ к центрам этих данных. Одним из решений по управлению астроинформационными ресурсами стала разработка несколькими странами концепции *астрономической виртуальной обсерватории* (ВО) как совокупности удобных программных средств для работы с разнородными базами данных (например, Astrogrid, SkyView, SIMBAD, HYPERLEDA, NED и др.), содержащих также виртуальные инструменты математических методов первичной обработки данных и расчетов физических характеристик небесных объектов. В рамках такой концепции обработки наблюдений работают также международные центры данных, полученных в результате многолетних мониторинговых наземных наблюдений (обзоров) небесных объектов в

© И. Б. ВАВИЛОВА, Л. К. ПАКУЛЯК, Ю. И. ПРОЦЮК, Н. В. ВИРУН, А. А. ШЛЯПНИКОВ, С. Г. КАШУБА, А. И. ПИХУН, С. М. АНДРИЕВСКИЙ, А. Э. МАЖАЕВ, Л. В. КАЗАНЦЕВА, А. В. ШУЛЬГА, А. В. ЗОЛОТУХИНА, Т. П. СЕРГЕЕВА, А. П. МИРОШНИЧЕНКО, И. Л. АНДРОНОВ, В. В. БРЕУС, Н. А. ВИРНИНА, 2011

широких зонах северного и южного неба (например SDSS в оптическом диапазоне, RADIO-NET в радиодиапазоне) или по результатам космических миссий (например INTEGRAL и SWIFT в гамма-диапазоне, «Chandra» и XMM в рентгеновском диапазоне), а также центры данных ЕКА, НАСА и других космических агентств.

Создание астрономической виртуальной обсерватории — это достаточно длительный процесс, требующий комплексной работы как по упорядочиванию данных, полученных в прошлом, так и разработки стандартов для архивирования будущих данных. При этом уникальность астрономической виртуальной обсерватории состоит также в том, что появляется возможность использования архивов данных, содержащих информацию о миллионах небесных объектов в разных диапазонах электромагнитных длин волн. Это открывает новые перспективы исследования Вселенной и комплексного понимания астрофизических явлений.

Концепция ВО, основанная на использовании современных ИТ обработки, хранения, анализа и управления, онлайн доступа и распространения данных, требует унифицировать архивы астроинформации в каждой стране с целью их сохранения и дальнейшего использования для постановки новых научных задач.

Для создания объединенного цифрового архива (ОЦА) наблюдений, позиционируемого как ядро УкрВО [3], наиболее важны следующие положения концепции ВО (www.ivoa.net/Documents):

- объединение ресурсов интероперабельных астрономических данных обсерваторий на национальном и международном уровнях (в виде архивов астроинформации прямых изображений участков неба и отдельных небесных объектов, спектров небесных объектов, каталогов и баз данных и т. п.);

- разработка удобной унифицированной интерактивной поисковой системы доступа к этим данным, пакетов прикладных программ для обработки данных и выполнения астрономических исследований.

Отметим, что виртуальная обсерватория — это ресурсная система, которая позволяет легко

и просто опрашивать большое количество астрономических и космических центров данных; предоставляет новые мощные инструменты для визуализации и анализа данных; создает стандарты для публикации центрами данных своих ресурсов и предоставления услуг по их обработке. Возможности ВО реализуются с помощью стандартизации данных и метаданных, стандартизации методов обмена данными, использования регистра, который содержит данные обо всех доступных информационных ресурсах и инструментах по их обработке.

На конец 2010 г. в Международный альянс виртуальных обсерваторий (IVOA), созданный в июне 2002 г. с целью облегчения международной координации в развитии прикладных пакетов программного обеспечения ВО, систем и организационных структур, позволяющих использовать астрономические архивы, входит 16 виртуальных обсерваторий стран-участниц IVOA (www.ivoa.net). Членство в IVOA открыто для других национальных и международных проектов в соответствии с правилами участия, и Украина со своим национальным проектом (УкрВО) планирует войти в состав IVOA в 2011 г. Проект УкрВО, который развивается при непосредственном участии авторов этой статьи, на 5-м съезде Украинской астрономической ассоциации (июнь 2009 г.) определен как приоритетное направление астрономических исследований в Украине на 2009 — 2016 гг. С учетом указанных фактов и обстоятельств современного развития астрономии данные из всех астрономических учреждений Украины должны быть размещены в объединенном цифровом архиве, т. е. эти данные станут доступными для всех исследователей в Украине и других странах. Это, в свою очередь, создаст условия для признания этих архивов как национального достояния, которое создавалось благодаря упорному труду многих поколений астрономов, работавших в Украине.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ УкрВО

Концепция УкрВО включает в себя положения о научных составляющих УкрВО, ее астроинформационном ресурсе, организационной структуре и существующей ИТ-поддержке, определяет

первоначальный перечень научных исследований с использованием баз данных УкрВО, а также очерчивает первоочередные шаги реализации УкрВО как национального астрономического проекта Украины на 2010 — 2015 гг. [3, 4].

Целью УкрВО является создание ОЦА и информационной системы управления ним и доступа к открытому реестру данных об астрономических ресурсах Украины, включающей средства администрирования реестра и взаимосвязанных/объединенных баз астрономических данных, поисковые интерфейсы для удаленных пользователей, онлайн-сервисы анализа и обработки данных, средства доступа к инструментам зарубежных ВО, средства обучения приемам работы с инструментарием ВО, обеспечение общеукраинской инфраструктуры передачи данных обсерваторий в сеть интернет и т. д., а также средства собственного развития и вовлечения в проект УкрВО новых участников и новых научных проектов.

Организационной составляющей УкрВО является консорциум астрономических обсерваторий Украины — собственников уникальных архивов фотографических, спектральных и ПЗС-наблюдений, предоставляющих эти архивы для открытого доступа. На текущем этапе в консорциум УкрВО входят: Главная астрономическая обсерватория НАН Украины (г. Киев), Радиоастрономический институт НАН Украины (г. Харьков), пять астрономических обсерваторий в структуре МОН Украины — НИИ «Николаевская астрономическая обсерватория» Госкомитета Украины по науке, инновациям и информатизации, НИИ «Крымская астрофизическая обсерватория» (п. Научный, АР Крым), Астрономическая обсерватория Киевского национального университета им. Т. Шевченко, Астрономическая обсерватория Львовского национального университета им. И. Франко и НИИ «Астрономическая обсерватория» Одесского национального университета им. И. И. Мечникова, а также кафедра «Высшая и прикладная математика» Одесского национального морского университета.

Научно-астроинформационная составляющая концепции УкрВО включает в себя такие основные положения:

- объединенный архив данных фотографических наблюдений небесных объектов, сохраненных в стеклянных архивах (стеклотеках) обсерваторий Украины с 1898 г. по 1990 гг.,
 - объединенный архив ПЗС-наблюдений небесных объектов (с начала 1990-х гг.),
 - объединенный архив спектральных наблюдений небесных объектов (в оптическом, УФ-, радио- и гамма-диапазонах), начатых в 1940-х гг;
 - информация о каталогах и базах данных, созданных в обсерваториях Украины с начала их деятельности, и вошедших в международные центры данных;
 - научно-образовательный ресурс — библиографическая информация (монографии и учебники, а также статьи, опубликованные во всех журналах Украины, издаваемых обсерваториями за время их деятельности; проведение онлайн-лекций и семинаров, наблюдений небесных объектов при помощи интернет-телескопов и т. п.);
- Доступ к информационным и программным ресурсам УкрВО будет обеспечен через создаваемый в настоящее время сайт УкрВО (в дальнейшем — портал УкрВО как национальный модуль в рамках IVOA).

АРХИВ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ОБСЕРВАТОРИЙ УКРАИНЫ

Общая характеристика объединенного архива. Уникальная фотографическая информация об астрономических событиях, содержащаяся на астронегативах, хранится в стеклотеках обсерваторий по всему миру, - общее число накопленных фотопластинок составляет около 2.1 млн. В 1990-х гг. рабочая группа IVOA и MAC под руководством М. К. Цветкова инициировала работу по составлению списка архивов астронегативов (Catalogue of Wide-Field Plate Archives, <http://www.skyarchive.org/catalogue.html>, WFPDB — архив широкоугольных стеклянных библиотек) по сведениям примерно 200 астрономических учреждений мира и подготовленным согласно разработанным этой группой форматам подачи данных. В настоящее время список содержит данные о 345 коллекциях, где приведены также координаты обсерваторий и характеристики инструментов, на которых выполнены наблю-

дения, общее число пластинок в архиве обсерваторий и годы их получения. 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 формате. Однако многие обсерватории, в том числе обсерватории Украины, еще сохраняют данные только в табличной форме (см. [30]). Состояние архива WFPDB анализируется в работе [23].

Три обсерватории мира являются собственниками наиболее крупных фотографических коллекций (больше 100 тыс. астронегативов), прежде всего это Гарвардская обсерватория в США (500 тыс. негативов, с 1885 г.) и Зоннебергская обсерватория в Германии (около 300 тыс. негативов, с 1926 г.). В архиве Астрономической обсерватории Одесского национального университета им. И. И. Мечникова — третьей в мире обсерватории-собственника крупной фотографической коллекции — содержится около 104 тыс. пластинок, с 1909 г.: 20 тыс. старинных, включая коллекцию Симеизской обсерватории, и более 80 тыс., полученных в Одессе в с. Маяки, начиная с 1957 г. (большую часть этой коллекций составляют прямые фотографические снимки, выполненные по программам наблюдений переменных звезд).

Объединенный е-архив фотографических наблюдений, выполненных в астрономических обсерваториях Украины с 1898 г., является ядром научной составляющей УкрВО. При этом неоцифрованные стеклянные библиотеки обсерваторий Украины все еще представляют собой труднодоступное хранилище огромного объема астрономических данных, зачастую обработанных на несколько процентов от их настоящего потенциала. Основными проблемами оперативного создания объединенного е-архива фотографических наблюдений УкрВО являются отсутствие полной информации об имеющихся в обсерваториях наблюдательных архивах и их характеристиках (наиболее полно представлены фотографические наблюдения последних лет, наименее — самые старые наблюдения), их неоднородность по форматам хранения данных

(как правило, хранение организует группа, работавшая над задачей, для которой был получен наблюдательный материал, в произвольном формате без систематизации и структурирования данных), а также субъективный фактор: готовность инфраструктуры обсерваторий к созданию собственного архива и целостность архивных данных (множественность мест хранения, наличие или отсутствие журналов наблюдений, регистрационных записей, данных об инструментах и оборудовании и т. д.).

Современное состояние архивов фотографических наблюдений астрономических обсерваторий Украины приведено в табл. 1. Описание каждого из архивов представлено ниже.

Из табл. 1 следует, что выполнять поиск информации даже в отдельном стеклянном архиве — задача почти невыполнимая из-за проблем его упорядоченности, наглядности, возможности использовать алгоритмы поиска, затрат времени, производительности, старения носителей, физической потери информации и т. д. Что же касается совместного использования многих архивов, то проблема вообще не имеет решения, особенно с учетом их физической удаленности.

Оцифрованные архивы лишены всех этих недостатков и позволяют получить информацию в полном объеме по совокупности архивов и в конечные промежутки времени. Задача их оцифровки, даже только в пределах упомянутых выше учреждений, невозможна без создания цифровых баз данных этих архивов и разработанных на их основе программных средств доступа к научной информации.

В связи с тем, что основными задачами при создании ОЦА являются накопления цифровых изображений астронегативов и разработка средств их использования, а также учитывая ограниченность региональных ресурсов для оперативного получения таких изображений, дальнейшее развитие этих работ требует создания мобильных средств оцифровки архивов.

Архив фотографических наблюдений ГАО НАН Украины. В ГАО НАН Украины с 2002 г. последовательно проводятся работы по созданию цифрового архива коллекции стеклянной библиотеки и преобразованию его в элемент ВО,

что требует особого внимания к качеству и достоверности содержимого архива и тщательного подхода к его наполнению [28]. Анализ международного опыта по виртуализации фотографических архивов дал возможность разработать концепцию базы данных стеклотеки ГАО, принципы верификации содержимого базы данных на регулярной основе для повышения степени достоверности каталогизируемых данных, а также подобрать методику оцифровки пластинок, ориентированную на использование серийных планшетных сканеров и интернет-адаптированной программной среды [26].

На основе разработанного в ГАО программного пакета DBGPA V2.0 обеспечен открытый

доступ к базе данных (БД) астронегативов через поисковый интерфейс с гибкой организацией поиска в разных режимах посредством механизма формирования запросов.

Полная коллекция астронегативов ГАО НАН Украины насчитывает около 80 тыс. пластинок, полученных по семи наблюдательным программам за период с 1949 по 1990 гг. на 15 инструментах. Основные:

- двойной длиннофокусный астрограф ($F/D = 5500/400$) — 10.5 тыс. пластинок;
- двойной широкоугольный астрограф Цейса ($F/D = 2000/400$) — 9.7 тыс. пластинок;
- двойной короткофокусный астрограф ($F/D = 700/120$) — 4.2 тыс. пластинок;

Таблица 1. Современное состояние архивов фотографических наблюдений астрономических обсерваторий Украины

Учреждение	Примерное количество пластинок	Годы наблюдений	Научные программы	Степень готовности	Примечания
ГАО НАНУ	85000	1949—1999	Галактики, QSO, ФОН, МЕГА, переменные звезды, рассеянные звездные скопления, фундаментальные звезды, кометы, малые планеты, ИСЗ	Каталогизирована, база данных, онлайн доступ	26500 прямых снимков; $m_{pg} = 11-16^m$; 2500 пластинок оцифровано
НАО	200 8.500	1929—1931 1961—1999	Звездные скопления, зодиакальные звезды, малые планеты, кометы	Каталогизирована, база данных, онлайн доступ	Оцифровано 2700 использование VO tools
КрАО	20000	1938—1965 1984	Галактики, звезды, кометы, малые планеты, газовые туманности	Каталогизирована, база данных, локальный доступ	«dBASE+» формат $m_{pg} = 16-18^m$ $m_v = 12-14^m$
АО КНУ	>20000	1898—1916 1945—1996	Фундаментальные звезды, рассеянные скопления, QSO, Луна, Солнце	Систематизировано около 4500 пластинок	200 оцифровано
АО ЛНУ	160 8000	1939—1945 1946—1976	Новые и переменные звезды, покрытие звезд Луной; Кометы, малые планеты, переменные звезды	50 % каталогизировано, база данных, онлайн доступ	Начат процесс оцифровки стеклотеки
АО ОНУ	10000	1909—1953	Малые планеты		Коллекция Симеизской АО (упорядочены журналы наблюдений)
			Переменные звезды Переменные звезды, кометы, малые планеты, ИСЗ. QSO	10 % каталогизировано, 10 % онлайн доступ	80 % прямых снимков (RA: $0^h...24^h$ Dec: $-15^\circ...+90^\circ$) Фотометрически однородные

- трехкамерный астрограф ($F/D = 500/100$, 1200/110, 1700/150) — 1 тыс. пластинок;
- зеркальный телескоп АЗТ2 ($D = 700$) — 1.1 тыс. пластинок.

Остальные пластинки получены на десяти зарубежных инструментах (Эквадор, Россия, Узбекистан, Грузия, Армения).

Научные программы, для которых получались пластинки, приведены в табл. 2. В табл. 3 перечислены наблюдательные архивы, включенные в БД DBGRA, и формат которых отвечает требованиям WFPDB. Звездочкой отмечены архивы, созданные недавно и еще не занесенные в WFPDB или не относящиеся к WFPDB. После систематизации коллекции пластинок ГАО НАН Украины были созданы и размещены на веб-странице

ГАО (<http://www.mao.kiev.ua/dept/cat4.html>) и в международной базе данных широкоугольных наблюдений WFPDB (www.skyarchive.org) цифровые картотеки (данные журналов наблюдений) более чем для 26.5 тыс. пластинок коллекции ГАО — прямых снимков северного неба. На их основе создана расширенная онлайн-база — с доступом через интернет — база данных архива пластинок (DBGRA) и обеспечена возможность ее оперативного наполнения. Предельная звездная величина для большинства пластинок составляет 14—16^m.

Архив фотографических наблюдений НИИ «Николаевская астрономическая обсерватория» (НАО). Фотографические наблюдения в НАО начались в 1961 г. на зонном астрографе фирмы

Таблица 2. Научные программы, для которых были получены пластинки коллекции ГАО

Научные программы	Инструмент	Масштаб, сд/мм	Период наблюдений	Предельная звездная величина	Примерное количество пластинок
Площадки неба с галактиками	DLA	38	1950—1986	13.6—16.0 ^m	1100
	DWA	103	1976—1986	До 16.0	300
	DSA	295	1987—1990	12.0—13.0	100
Площадки неба с радиоисточниками	DAZ	68.8	1986—1988	До 18.0	20
	Zeiss-600	28	1986—1989	До 18.5	100
Избранные площадки неба: (SPO, Aql, Cyg, Cas Her, Tau, Leo, Orion...)	DWA	103	1976—1984	До 16.0	400
	DSA	295	1949—1990	До 14.0	2080
	3CA	172; 412	1955—1961	До 12.8	840
Фундаментальные звезды	DLA	38	1956—1985	14.0—14.5	1770
	DWA	103	1985—1990	До 15.5	150
Спец программы: (скопления, переменные звезды, кратные звезды и т. д.)	DLA	38	1950—1985	12.0—15.5	2760
	DWA	103	1977—1978	До 16.0	30
	DSA	295	1949—1990	До 16.0	2000
Обзор северного неба (FON)	DWA	103	1981—1993	15.3—16.0	2400
	DAZ	69	1981—1989	До 17.0	90
Планеты и их спутники (Венера, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон)	DLA	38	1960—1985	10.0—15.0	1300
	DWA	103	1986—1988	До 14.0	300
	Zeiss-600	28	1986—1990	До 16.0	250
Малые планеты	DLA	38	1952—1986	До 14.0	557
	DWA	103	1976—1996	До 14.5	1100
	DSA	295	1949—1990	12.0—13.0	20
Кометы	DWA	103	1976—1996	До 16.0	625
	DSA	295	нет данных	нет данных	270
	3CA	172	1955—1961	До 12.8	10
Геостационарные спутники	DWA	103	1983—2003	До 16.0	3656
Луна	DLA	38	1954—1986		1100
Активные солнечные образования					≈ 10000
Спектры Солнца и планет	AZT-2		С 1960		> 50000

Таблица 3. Перечень наблюдательных архивов, включенных в базу данных. DBGPA V2.0

Идентификатор инструмента	Местонахождение архива; место наблюдений	Номер по Марсдену; тип негативов; часовая зона	Долгота; широта; высота места наблюдений, м	Количество труб, апертура (диаметр зеркала, м)	Фокус, м; [масштаб, "/мм]; рабочее поле, град	Период действия; число прямых снимков; оценка /в БД
АВА020* 2САА [астрограф]	Киев, Украина; Астрофизическая обсерватория, Абастумани, г. Канобили Грузии	119 стекло 4	42°49' 41°45.3' 1580	2 × 0.2	1 [206] 13.7	1990—1990 30/29
АВА039В* SCHC [Шмидт]	Киев, Украина; Астрофизическая обсерватория, Абастумани, г. Канобили Грузии	119 пленка 4	42 49 41 45.3 1580	39 [44]	0.62 [330] 8.2	1987—1987 7/70
ВYU053* 53/53 cm Schmidt [Шмидт]	Киев, Украина; Бюраканская Астрофизическая обсерватория, Бюракан Армения	123 стекло 4	44 17.5 40 20.1 1500	0.53 [0.53]	1.83 [113] 5	1985—1985 28/50
ВYU100* ВYU [Шмидт]	Киев, Украина; Бюраканская Астрофизическая обсерватория, Бюракан Армения	123 стекло 4	44 17.5 40 20.1 1500	100 [1]	2.13 [97] 4	1983—1983 15/0
ЕАО035* MNT [мениск]	Киев, Украина; Обсерватория им. Энгельгардта, Казань, Россия	136 стекло 3	48 49 55 50.3 98	0.35 [0.49]	1.2 [172] 3.5	1988—1990 28/0
ЕАО040В* DWAZ [астрограф]	Киев, Украина; ГАО Южная станция Обсерватория им. Энгельгардта, Зеленчук, Россия	114 стекло 2	41 26.6 43 39.2 2040	0.4	2 [103.16] 8.6	1982—1993 142/149
GUA010А 3СА [астрограф]	Киев, Украина; ГАО НАН Украины	083 стекло 3	30 30 50 21.9 211	0.1	0.5 [412] 20	1957—1961 436/436
GUA010В 3СА [астрограф]	Киев, Украина; ГАО НАН Украины	083 стекло 3	30 30 50 21.9 211	0.1	0.5 [412] 20	1957—1961 279/279
GUA011А 3СА [астрограф]	Киев, Украина; ГАО НАН Украины	083 стекло 3	30 30 50 21.9 211	0.11	1.2 [172] 8	1955—1957 35/35
GUA011В 3СА [астрограф]	Киев, Украина; ГАО НАН Украины	083 стекло 3	30 30 50 21.9 211	0.11	1.2 [172] 8	1955—1957 55/55
GUA012А DSA [астрограф]	Киев, Украина; ГАО НАН Украины	083 стекло 3	30 30 50 21.9 211	2 × 0.12	0.7 [295] 20	1949—1990 2035/2041
GUA012В DSA [астрограф]	Киев, Украина; ГАО НАН Украины	083 стекло 3	30 30 50 21.9 211	2 × 0.12	0.7 [295] 20	1949—1978 2148/2142
GUA015 3СА [астрограф]	Киев, Украина; ГАО НАН Украины	083 стекло 3	30 30 50 21.9 211	0.15	1.7 [121] 6	1955—1961 162/162
GUA040А DLA [астрограф]	Киев, Украина; ГАО НАН Украины	083 стекло 3	30 30 50 21.9 211	2 × 0.4	5.5 [38] 2.5	1949—1986 8486/8486

Окончание табл. 3

Идентификатор инструмента	Местонахождение архива; место наблюдений	Номер по Марсдену; тип негативов; часовая зона	Долгота; широта; высота места наблюдений, м	Количество труб, апертура (диаметр зеркала, м)	Фокус, м; [масштаб, "/мм]; рабочее поле, град	Период действия; число прямых снимков; оценка /в БД
GUA040B DLA [астрограф]	Киев, Украина; ГАО НАН Украины	083 стекло 3	30 30 50 21.9 211	2 × 0.4	5.5 [38] 2.5	1949—1986 649/649
GUA040C DWA [астрограф]	Киев, Украина; ГАО НАН Украины	083 стекло 3	30 30 50 21.9 211	2 × 0.4	2 [103] 8.5	1976—1996 4285/4288
GUA040D DWA [астрограф]	Киев, Украина; ГАО НАН Украины	083 стекло 3	30 30 50 21.9 211	2 × 0.4	2 [103] 8.5	1976—1996 1840/1840
GUA040E DWA(C)+ASC [астрограф]	Киев, Украина; ГАО НАН Украины	083 стекло 3	30 29.7 50 21.9 211	2 × 0.4	2 [103] 6.8	1981—2005 3656/3656
GUA070A AST2 [рефлектор]	Киев, Украина; ГАО НАН Украины	083 стекло 3	30 30 50 21.9 211	0 [0.7]	3.15 [65.5] 1	1960—1973 570/570
GUA070B AST2 [рефлектор]	Киев, Украина; ГАО НАН Украины	083 стекло 3	30 30 50 21.9 211	0 [0.7]	10.5 [20] 0.7	1960—1973 487/487
GUA070C AST2 [рефлектор]	Киев, Украина; ГАО НАН Украины	083 стекло 3	30 30 50 21.9 211	0 [0.7]	3.11 [66] 0.7	1960—1973 67/67
MAJ060 Zeiss-600 [рефлектор]	Киев, Украина; Майданакская обсерватория, Киевская станция Узбекистан	188 стекло 5	66 52.8 38 41 2600	0.6 [0.6]	7.5 [28] 0.5	1986—1991 544/544
QUI021A* AFU-75 [камера]	Киев, Украина; АО Кито, Эквадор	781 пленка —4	—78 29.3 0 12.6 2860	0.210	0.74 [281] 10.6	1986—1986 66/66
QUI021B* AFU-75 [камера]	Киев, Украина; Кометная станция Кито, Эквадор	782 пленка —4	—78 21 0 0 2270	0.210	0.74 [281] 10.6	1986—1986 48/48
TAS040A DAZ [астрограф]	Киев, Украина; Ташкентская АО, Китабская станция, Узбекистан	186 стекло 5	66 53 39 8 690	2 × 0.4	3 [68.8] 5.5	1981—1989 134/134
TAS040B DAZ [астрограф]	Киев, Украина; Ташкентская АО, Китабская станция, Узбекистан	186 стекло 5	66 53 39 8 690	2 × 0.4	3 [68.8] 5.5	1981—1989 59/59

Примечание: AST2 — АЗТ-2 ГАО НАН Украины; DAZ — Двойной широкоугольный астрограф Цейса, станция Китаб, Узбекистан; DLA — Двойной длиннофокусный астрограф, ГАО НАН Украины; DSA — Двойной короткофокусный астрограф, ГАО НАН Украины; DWA — Двойной широкоугольный астрограф Цейса, ГАО НАН Украины; DWA(C)+ASC — Двойной широкоугольный астрограф Цейса, труба С, со спутниковой камерой, ГАО НАН Украины; ЗСА — Трехкамерный астрограф ГАО НАН Украины; AFU-75 — Фотографическая астрономическая камера, обсерватория Кито, Эквадор; Zeiss-600 — Рефлектор Цейса, Майданак, Киевская станция, Узбекистан; 2САА — Двухкамерный астрограф, Абастуманская обсерватория, Грузия; SCHS — Телескоп Шмидта, Двойной широкоугольный астрограф; Schmidt — Телескоп Шмидта, Бюраканская обсерватория, Армения; ВУУ — Метровый телескоп Шмидта, Бюраканская обсерватория, Армения; MNT — Менниковый телескоп, обсерватория им. Энгельгардта, Казань, Россия; DWAZ — Двойной длиннофокусный астрограф Цейса, ст. Зеленчук, обсерватория им. Энгельгардта, Россия

К. Цейса. В Пулковое на нем в 1929—1931 гг. была сфотографирована полярная область и в результате был получен каталог С. И. Белявского. Затем инструмент работал в Симеизской обсерватории. Во время второй мировой войны зонный астрограф сильно пострадал, и после возобновления механики телескопа на заводах г. Ленинграда в 1960 г. был перевезен в Николаев [8].

Архив НАО состоит из двух частей, которые были получены с помощью одного зонного астрографа: в 1929—1931 гг. в ГАО РАН (Пулково, Россия) и в 1961—1999 гг. в НАО. В 1929—1931 гг. велись фотографические наблюдения звёзд в близполюсной зоне. На основе обработки 200 пластинок был создан каталог, содержащий положения 11322 звёзд от 70 до 90° по склонению на среднюю эпоху 1929.0.

В 1990-х гг. были получены пластинки с целью создания звёздных каталогов, однако эти проекты не были завершены и пластинки не были обработаны, т. е. в архиве есть данные, которые нигде и никогда не фигурировали в научных исследованиях.

С 1961 по 1999 гг. на зонном астрографе в Николаеве велись регулярные наблюдения тел Солнечной системы с целью определения их точных положений [5—7]. За этот период получено следующее количество положений: большие планеты (за исключением Меркурия и Плутона) — 2073, Галилеевы спутники Юпитера — 1314, яркие спутники Сатурна — 604, избранные малые планеты — 2450, кометы — около 200.

В 2006—2007 гг. была проведена работа по подготовке текстовых файлов о составе фотографического архива в формате международной базы данных широкоугольных пластинок (WFPDB, англ.), которая создана на сайте Института астрономии (София, Болгария, <http://www.skyarchive.org/search/>).

В 2008 г. информация о составе архива НАО была внесена в эту базу данных. К середине 2010 г. на учёте фотографического архива находится около 8.5 тысяч фотопластинок. Доступ к данным о пластинках архива, включая оцифрованные изображения, осуществлен с поисковых страниц сайта обсерватории (<http://www.mao.nikolaev.ua>).

Архив фотографических наблюдений НИИ «Крымская астрофизическая обсерватория» МОН Украины (КрАО). Фотографический архив НИИ «КрАО» содержит около 11 тысяч прямых снимков и 500 пластинок со спектральными наблюдениями с помощью объективной призмы. Они были получены с начала 1950-х — до начала 1970-х гг. в ходе исследования областей Млечного пути и обзора пояса астероидов, проводившегося систематически с 1963 по 1998 гг. в эклиптической полосе неба шириной 40°. Данные о коллекции снимков в областях Млечного пути, содержащей около полутора тысяч пластинок (из них 839 прямых снимков и свыше 500 пластинок со спектральными наблюдениями с объективной призмой), каталогизированы, занесены в локальный банк данных в формате 'dBASE III' и переданы в глобальную базу данных широкоугольных наблюдений WFPDB.

В НИИ «КрАО» ведутся работы по созданию локальной базы данных в сотрудничестве с Софийским центром данных астрономических архивов в рамках Договора о сотрудничестве между ГАО НАНУ и Болгарской АН, а также с Институтом астрономии РАН, который ведёт проект по созданию базы данных астронегативов российских обсерваторий и обсерваторий бывшего СССР.

Архив фотографических пластинок КрАО состоит из коллекции Симеизской обсерватории, коллекции, полученной по программе исследований Млечного Пути, и коллекции обзора малых планет. Коллекция Симеизской обсерватории хранится в АО ОНУ.

Коллекция пластинок, полученных по результатам наблюдений программы Г. А. Шайна по исследованию газовых туманностей в Млечном Пути и связанных с ними горячих звезд, а также площадок для фотометрических стандартов, в т. ч. областей Северного Полярного ряда, содержит негативы с 1949 г. по 1965 гг. и снимки 1984 г. Коллекция обзора малых планет содержит около 10 тысяч пластинок с изображениями малых планет и комет, полученных в КрАО с 1963 по 1998 гг. Каждая пластинка покрывает область площадью 100 кв. град. Данные об этих коллекциях находятся только в локальном доступе.

Архив фотографических наблюдений Астрономической обсерватории Львовского национального университета им. И. Франко (АО ЛНУ). С 1934 г. в АО ЛНУ проводились фотографические наблюдения звездного неба с целью поиска и исследования переменных звезд и фотографическая фотометрия для составления каталога фотовизуальных величин околополюсных звезд. Попутно проводились наблюдения отдельных переменных звезд различных типов, новых звезд, покрытий звезд Луной. Инструменты, на которых получены пластинки: камера с объективом триплет Цейса ($D = 100$ мм, $F = 500$ мм), рефрактор Мерца, астрокамера ($D = 140$ мм, $F = 700$ мм) и рефрактор Цейса ($D = 130$ мм, $F = 2400$ мм). Около 180 пластинок архива получены в годы второй мировой войны. К сожалению, сохранились не все журналы наблюдений за этот период.

В 1945–1950 гг. проводились фотографические наблюдения переменных звезд, новых звезд, комет, лунных затмений. На астрокамере Цейса ($D = 100$ мм, $F = 500$ мм) продолжались фотографические наблюдения избранных участков неба с целью исследования переменных звезд, расположенных к югу от Северного полюса до $\delta = 10^{\circ}$.

На сегодняшний день АО ЛНУ является владельцем ценного архива, в котором сохраняются фотографические пластинки, начиная с 1939 г. Форматы пластинок 90×120 мм, 130×180 мм. Пластинки не всегда обработаны либо обработаны частично в соответствии с поставленными задачами. Временной интервал архива составляет 37 лет (1939–1976 гг.). Общее количество пластинок Львовской коллекции насчитывает приблизительно 8000, среди них почти 6000 пластинок являются прямыми снимками северного неба. В обсерватории кроме новых и переменных звезд, велись наблюдения комет (Виппл-Федтке, Туттл — Джакобини, Хонда — Бернаскони 1955, Мркоса 1955, Бернхама, Арнда — Роланда, Олкока, Икея-Секи, Килстона, Де Вико-Свифт, Эверхарта и др.), и малых планет. Наблюдения нестационарных звезд проводились методами многоцветной фотометрии с целью определения физических параметров их переменности для построения физической модели (EP Lyr, CX Lyr, BD Her, RZ Lyr, V342 Her,

V733 Agl, CU Cyg и др.). Часть пластинок получена с кратной экспозицией, использовались пластинки с 15 видами фотоэмульсий.

В связи с мировыми тенденциями виртуализации астрономических архивов в 2008 году в обсерватории начаты работы по систематизации и каталогизации коллекции, а также включению данных о широкоугольных пластинках в глобальную базу данных WFPDB. На текущий момент в каталог занесены данные о почти 4.5 тыс. фотографических пластинок. В сотрудничестве с ГАО НАНУ каталог размещен в объединенной базе данных DBGRA на компьютерных мощностях ГАО, к нему организован открытый доступ с ее поисковых страниц (<http://gua.db.ukr-vo.org>), включая оцифрованные изображения пластинок.

Архивы фотографических наблюдений Симеизской обсерватории и НИИ «Астрономическая обсерватория» Одесского национального университета им. И. И. Мечникова (АО ОНУ). Часть одесской коллекции снимков звездного неба, названная «старой одесской коллекцией», включает астронегативы, датируемые концом XIX века [9], и полученные позже на длиннофокусной фотографической камере («большой астрограф»), установленной на телескоп-рефракторе Кука (165-мм объектив) в цикле патрульных наблюдений. Позже были добавлены еще два инструмента: «малый астрограф», двухкамерный, установленный на телескопе Кука, и «трехкамерный астрограф», чаще называемый «ЁЖ», с короткофокусными камерами. Наблюдения на астрографах велись с применением фотоматериалов «Илфорд», «Агфа Астро», «Изоорто» размерами 13 × 18 см, 18 × 18 см и 18 × 24 см с желтым, красным фильтром и без фильтра. На пластинках получались звезды до 13.5^m. Время экспозиции было от 0.5 до 3 ч. За время работы этих трех астрографов в 1945–1957 гг. получено около 10 тыс. пластинок.

Коллекция 7-камерного астрографа: наблюдения велись с целью получения широкоугольных патрульных фотоснимков звездного неба, пригодных, в первую очередь, для поиска переменных звезд и изучения проблем звездной переменности других объектов. Для астрографа были изготовлены камеры под объективы: четыре объ-

ектива «Уран-9», два — «Фирлинзер» и один — «Тессар» ГОИ. Камеры и кассеты изготавливались под стандартные пластины размером 18×24 см. В качестве гида был применен кометоискатель Прокиша. Вначале все семь камер астрографа работали без фильтров. На 3-й, 4-й, 5-й и 6-й камерах фильтры не устанавливались, они всегда работали в системе, близкой к фотографической (pg). 12 июля 1958 г. на самые широкоугольные первую и вторую камеры ($30 \times 42^\circ$), начиная с экспозиции № 10438, и 18 июня 1965 г. на седьмую камеру ($18 \times 24^\circ$) с экспозиции № 13742 был установлен желтый фильтр. Таким образом, каждая из этих камер работала в системе, близкой к фотовизуальной (pV). Поля зрения «синих» камер — $11 \times 16^\circ$ и $13 \times 18^\circ$. Общее поле зрения астрографа около $30 \times 80^\circ$. При стандартной экспозиции 30 мин получались звезды до 12-й фотовизуальной и до 15-й фотографической звездных величин. Первая экспозиция на 7-камерном астрографе была выполнена 19 июля 1957 г. Постепенно на инструменте ввели полную программу наблюдений. В летние ночи делали до восьми экспозиций, в зимние — до четырнадцати.

Первая реконструкция астрографа, приведшая к замене старой серии на новую, проведена в апреле 1959 года. Вместо объективов «Уран-6» (3-я и 6-я камеры) поставили длиннофокусные объективы «Триплет» Цейса и «Индустар-17», что привело к удлинению этих камер вдвое. Качество получаемого материала заметно выросло — это «новая» серия. Вторая реконструкция в 1966 г. заключалась в замене объективов «Триплет» Цейса и «Индустар-17» на полученные из Симеиза более качественные объективы УНАР.

Все пластинки 7-камерного астрографа делятся на три серии: старая (1957—1959 гг.), новая (1959—1966 гг.) и третья (1966—1998 гг.) серии. Использованные эмульсии: Agfa Astro, ORWO, несенсибилизированные ZU-1, ZU-2, ZU-21 и панхроматические ZP-1 и ZP-3, что давало однородные фотометрические системы. Патрулирование звездного неба на этом инструменте завершилось в 1998 г. За все годы работы семикамерного астрографа (1957—1998 гг.) сделано 12225 экспозиций и экспонировано около 84 ты-

ся фотопластин. Основных звезд гидирования было 39, еще 75 использовались от 1 до 15 раз.

В 1966 г. была передана *симеизская коллекция* снимков малых планет, всего около 10 тыс. пластинок, экспонированных в 1909—1953 гг. в фотографической области на различных фотоматериалах (более 10 сортов фотоэмульсий) [18].

Общее количество пластинок в трех коллекциях составляет около 104 тыс. Кроме патрульных экспозиций, фотографировались сумеречные явления, кометы, астероиды, ИСЗ, квазары (например 3C 273), исследовалось оптическое проявление вспышки гамма-барстеров и др. [24, 29, 31].

База данных архива одесской коллекции астрофотонегативов. В 1990-х годах была проведена ревизия Одесской коллекции астрофотопластинок [27], позволившая создать цифровой каталог данных по основной коллекции семикамерного астрографа и разместить их в Интернете по адресу: <http://www.konkoly.hu/cgi-bin/IBVS?5215>. Каталог содержит номер экспозиции, юлианскую и календарную даты, название звезды гидирования, продолжительность в минутах и средний момент экспозиции, фамилии наблюдателей. Другие файлы содержат список звезд гидирования с их координатами эпохи 1950.0 и количеством экспозиций данной площадки, а также список наблюдателей и количество индивидуально выполненных экспозиций. В каталог не включены дополнительные, а также специальные (непатрульные) экспозиции. Они не входят и в общее число экспонированных пластинок коллекции.

В настоящее время в Одесской обсерватории проводится систематизация данных одесской коллекции астрофотонегативов, полученных в 1957—1998 гг., для размещения в глобальном каталоге WFPDB. В перспективе для эффективного извлечения необходимой информации потребуется база данных цифровых аналогов пластинок по результатам их сканирования. Стандартное представление цифровых изображений астрофотонегативов позволит оперативно обеспечить как доступ к уникальной Одесской коллекции астрофотопластинок, так и проведение новых астрономических исследований.

Архив фотографических наблюдений Астрономической обсерватории Киевского национального университета имени Тараса Шевченко (АО КНУ). Современное состояние архива фотографических наблюдений АО КНУ. По предварительным оценкам стеклотека АО КНУ насчитывает около 20 тыс. фотоснимков. На сегодня систематизировано в режиме первичного отождествления и частично каталогизировано около 4.5 тыс. снимков (65 % из них на стеклянных пластинках, остальные — на широкоформатных пленках). Большинство из обработанных 4500 снимков (по типам объектов наблюдений) — снимки тел Солнечной системы [13]. Для удобства каталогизации предварительно было выделено около 200 серий наблюдений, которые неравномерно распределены во временной шкале (подавляющая часть снята в период 1950—1990 гг.).

Большинство серий, кроме снимков программного объекта, включают снимки фотометрических стандартов, полученных в те же даты. В случаях экспонирования комет разными методами были получены калибровочные снимки. Большинство пластинок имеют размеры 13×18 см, 13×13 см и 16×16 см; максимальный размер пластинок — 30×30 см, минимальный (калибровочные) — 9×6 см. Присутствуют также вторичные снимки, полученные контактным методом, но их точность необходимо исследовать, как и слайды, полученные с пластинок большого размера. Удалось отождествить более 40 видов эмульсий [25].

В 2010 г. была проведена работа по приведению к стандартам IVOA части архива астронегативов КАО, полученных в период 1898—1946 гг. и имеющих историческую ценность. Сложность систематизации и каталогизации стеклотеки АО КНУ состоит в том, что в связи с двумя эвакуациями обсерватории во время войны далеко не весь стеклянный архив уцелел, поэтому для отождествления снимков с журналами наблюдений, публикациями и отчетами АО КНУ часто достаточно трудно находить соответствие; наблюдения проводились с использованием более 40 инструментов, некоторых из них уже нет; за довольно длительный период наблюдений (1898—1996 гг.) много раз изменялась форма

информационных записей, поэтому некоторые важные данные наблюдений не поддаются расшифровке; не все журналы наблюдений сохранились.

АРХИВЫ СПЕКТРАЛЬНЫХ И ПЗС-НАБЛЮДЕНИЙ

Архив Радиоастрономического института НАН Украины по спектральным данным для внегалактических радиоисточников. Основная наблюдательная программа на радиотелескопе УТР-2 (Радиоастрономическая обсерватория им. С. Я. Брауде, РИНАНУ) — получение каталога дискретных радиоисточников Северного неба — осуществляется с 1972 г. по настоящее время. Крупнейший в мире телескоп УТР-2, работающий в декаметровом диапазоне длин волн, позволяет проводить одновременные наблюдения на шести частотах (10, 12.6, 14.7, 16.7, 20, 25 МГц) с высокой чувствительностью (пороговая плотность потока на частоте 25 МГц составляет 10 Ян , т. е. $10^{-25} \text{ Вт/м}^2\text{Гц}$). Используя данные измерений в декаметровом диапазоне на радиотелескопе УТР-2 и применяя абсолютные сопоставимые шкалы плотностей потоков, приведенные различными обсерваториями, можно построить спектры источников в диапазоне частот от 10 до 5000 МГц. Радиоспектр — зависимость плотности радиопотока S_ν от соответствующей частоты ν (в МГц) в логарифмическом масштабе ($S_\nu \propto \nu^{-\alpha}$, где α — спектральный индекс) — является важной физической характеристикой внегалактического источника. Исследуя характер спектра излучения источника в широком диапазоне частот, можно изучать физические условия в самом источнике и в среде распространения радиоволн. По данным, полученным в каталоге УТР-2 для внегалактических источников (Граковский каталог (GR)), оказалось, что около 80 % спектров — линейные (S-тип), около 10 % — с положительной кривизной (тип C⁺), и около 10 % — с отрицательной кривизной (тип C⁻). В каталоге УТР-2, представленном на сайте Радиоастрономического института НАН Украины (<http://www.ri.kharkov.ua/decameter/utr2/index.html>), указаны не только координаты, плотности радиопотоков наблюдаемых в декаметровом диапазоне внегалактических источников, но

также их соответствующие низкочастотные спектральные индексы.

К настоящему времени составлен наиболее полный в декаметровом диапазоне каталог внегалактических источников Северного неба (около четырех тысяч объектов), продолжаютсся дальнейшие наблюдения на радиотелескопе УТР-2 и обработка полученных данных [2, 18–22].

Архив ПЗС-наблюдений НИИ «Николаевская астрономическая обсерватория». Аксиальный меридианный круг (АМК, <http://www.mao.nikolaev.ua/NN/index.html>). Наблюдения с помощью приборов с зарядовой связью (ПЗС) были начаты в 1996 г. В 1996–1998 гг. на АМК выполнялись регулярные наблюдения с целью уточнения положений звёзд в площадках вокруг 188 внегалактических радиоисточников. Наблюдения велись в режиме переноса заряда полосами $8 \times 60'$ [14, 15].

В 2002 г. на АМК проводились наблюдения звёзд в узкой экваториальной зоне от -7.5 до 7° с 5-кратным перекрытием полос размером $24' \times 3'$ с целью получения положений звёзд $10\text{--}15^m$ и создания опорного каталога для обработки наблюдений искусственных геостационарных спутников. С 2003 по 2005 гг. на АМК проводились наблюдения зоны эклиптики длинными полосами размером $24' \times 4.5^\circ$ (2003 г.) и $24' \times 7.5^\circ$ (2004–2005 гг.) с целью создания каталога звёзд в протяженных астрометрических калиброванных площадках вокруг внегалактических радиоисточников [12].

В 2008 г. была продолжена программа наблюдений зоны эклиптики с целью получения астрометрических параметров звёзд в протяженных астрометрических калиброванных площадках. Зона наблюдений была распространена на 53 площадки размером $1 \times 7.5^\circ$, состоявшие из серий по 16 кадров размером $24 \times 26'$, полученных в режиме переноса заряда. Площадки расположены достаточно равномерно в зоне склонений $\pm 10^\circ$ от эклиптики. Также наблюдались отдельные площадки $24 \times 26'$, в которых расположены звёзды с большими собственными движениями.

Общее количество полученных кадров за все годы наблюдений на АМК составляет около 22 тысяч.

Мультиканальный телескоп (МКТ или Зонный астрограф) (http://www.mao.nikolaev.ua/ukr/mkt_u.html). Регулярные ПЗС-наблюдения звёзд и тел Солнечной системы с помощью зонного астрографа начались в 2000 г. К 2005 г. выполнялись следующие программы:

- наблюдение избранных малых планет с целью улучшения их орбит и определения масс; наблюдения астероидов сближающихся с Землёй (АСЗ);
- фотометрические наблюдения малых планет и спутников больших планет;
- наблюдение близких космических объектов с высотами (400 — 34 000) км для уточнения их координат и фотометрических параметров;
- наблюдения ярких внегалактических радиоисточников до 15^m .

Наблюдения велись в кадровом режиме и в режиме с переносом заряда с размером поля $28 \times 31'$. Общее количество полученных кадров за все годы наблюдений на МКТ составляет около 1 тысячи.

Скоростной автоматический комплекс (САК) [http://www.mao.nikolaev.ua/ukr/sak_u.html]. Регулярные ПЗС-наблюдения звёзд, тел Солнечной системы и искусственных спутников Земли с помощью телескопа САК начались в 2005 г.

В 2007–2008 гг. выполнялась программа наблюдений зоны эклиптики с целью получения астрометрических параметров звёзд в протяженных астрометрических калиброванных площадках. С 2005 г. ведутся регулярные наблюдения искусственных спутников Земли на разных орбитах. При этом используется комбинированный метод наблюдений [10].

В 2010 г. была проведена работа по созданию общего формата текстового файла, содержащего полную информацию о ПЗС-наблюдениях с телескопами обсерватории. Такой формат был создан и принят в качестве приложения к Техническому заданию на разработку научного полигона УкрВО на основе баз данных ГАО НАНУ и НИИ НАО. После этого была проведена работа по компиляции такого файла. Общее количество полученных кадров за все годы наблюдений, вошедших в состав первой версии архивного файла, — около 23 тысяч.

Архив ПЗС-наблюдений ГАО НАН Украины.

Массовые ПЗС-наблюдения ГАО НАН Украины и АО КГУ начаты в 2001 г. после установки на МАК ГАО НАН Украины ПЗС-матрицы с виртуальной фазой ISD017AP. Матрица имела 1040×1160 пкл, размер пикселя 16×16 мкм, темновой сигнал $7e/\text{пкл}/\text{с}$, шум считывания 18 электронов. Характеристики киевского меридианного аксиального круга: входное отверстие — 180 мм, фокусное расстояние — 2335 мм, фотометрическая полоса — V (Johnson), масштаб — $1.394''/\text{пкл}$, предельная звездная величина — $V = 17^m$. Режимы работы: кадровый и накопления сигнала с синхронным переносом зарядовых пакетов (кадровый режим: размер кадра — $24.2 \times 28'$, экспозиция — 0.01—1000 с; режим синхронного накопления: размер скана по склонению — $24.2'$, длительность экспозиции звезд — 108secδ с.

С 2001 по 2003 гг. на МАК проводились наблюдения звезд в площадках с радиоисточниками — объектами ICRF с целью создания опорного астрометрического каталога КМАС1 звезд до $V = 17^m$ в направлении на внегалактические радиоисточники. Список программы включал 192 внегалактических радиоисточника из каталога GAOUA99C03 в зоне склонений $0^\circ \dots +30^\circ$. Площадки получены в режиме сканирования и имеют угловой размер $24'$ по склонению и $46'$ по прямому восхождению.

В 2003 г. завершились начатые в 2001 г. ПЗС-наблюдения на МАК звезд в полях с радиоисточниками — объектами ICRF. Получен большой массив наблюдений звезд экваториальной зоны. В наблюдательный список программы были включены 209 внегалактических радиоисточников (ERS) из каталога GAOU99C03, расположенных в зоне склонений $0^\circ \dots +30^\circ$, и звезды экваториальной зоны от 0° . Всего со стеклянным V-фильтром получены звездные поля для 192 ERS при 4—10 наблюдениях каждого поля (всего 1184 видеокadra). Каждая площадка з ERS наблюдалась от 5 до 10 раз, в среднем — шесть раз. Звездные поля, полученные в режиме сканирования, имеют номинальный угловой размер $24'$ (склонение) \times $46'$ (прямое восхождение), что соответствует 1040×2000 пкл ПЗС. Средняя плотность объектов

на площадке 577 звезд. Наименьшее количество звезд на площадку составляет 115, наибольшее — 4922. Предельная звездная величина $V = 17$.

ПЗС-кадры с радиоисточниками сохраняются на компакт-дисках. Общий объем архива составляет около 5.5 Гбайт и содержит почти 800 тыс. изображений звезд.

В 2003 г. начата долговременная наблюдательная программа звезд в экваториальной зоне ($\delta = 0^\circ \dots +5^\circ$) с 4-кратным перекрытием сканов [11]. Программа имеет целью расширение опорной системы HIPPARCOS — «Tycho» на звезды до $V = 17^m$, получение их фотометрических характеристик и определение собственных движений. В рамках этой программы уже получено около 14 тыс. ПЗС-кадров с почти 6 млн звездных изображений.

По результатам наблюдений на МАК в 2001—2003 гг. создан ПЗС-каталог КМАС1, содержащий положения, собственные движения и фотометрические величины B, V, R, r', J для 100 тыс. звезд в полях с объектами ICRF. Ошибка положений по внутренней сходимости составляет 30—50 мсд (миллисекунды дуги), а по внешней, при сравнении с СМС13 и UCAC2, 40—70 мсд для звезд $V < 14^m$. Ошибка фотометрических V -данных равна 0.05 — 0.07^m для звезд $V < 14^m$. Для более слабых соответствующие оценки составляют 160 мсд, 200 мсд и 0.1^m .

В 2009 г. на Киевском МАК была установлена новая ПЗС-камера Apogee Alta U47. ПЗС-матрица e2v CCD47-10 камеры Apogee Alta U47 имеет формат 1024×1024 пкл с размером пикселя 13×13 мкм. Наблюдения проводятся в режиме синхронного накопления сигнала (scan-drift mode) с эффективным временем экспозиции 77 с для экваториальной области. По результатам тестовых наблюдений с новой камерой в 2009 г. получены ошибки положений и V -величин соответственно 100 мсд и 0.09^m для звезд каталога «Tycho-2». Диапазон наблюдаемых звездных величин удалось расширить с 11.5 — 17^m до 8.5 — 17^m . Кадровый режим работы ПЗС-камеры: размер кадра $19.3 \times 19.3'$, экспозиция — 20 мс — 183 мин. Режим синхронного накопления: размер скана по склонению — $19.3'$, экспозиция — 77secδ с.

С новой камерой продолжают наблюдения по долговременной программе [11].

Таким образом, на текущий момент ПЗС-архив ГАО НАН Украины составляет около 16 тыс. ПЗС-кадров, полученных с 2001 по 2003 гг. в экваториальной зоне неба. Эти кадры сохраняются на CD-носителях, не систематизированы и не каталогизированы. С 2009 г. этот архив пополняется новыми наблюдениями в той же зоне. В связи с началом активных наблюдений возникла необходимость создания соответствующей базы данных ПЗС-наблюдений, а также средств ее администрирования и оперативного пополнения новыми поступлениями. Кроме того, в ПЗС-архив ГАО начали поступать кадры наблюдений площадок с переменными звездами (более 100 кадров), полученные в 2010 г. астрономами ГАО на телескопах других обсерваторий в режиме как собственных, так и удаленных наблюдений. Эти кадры на текущий момент также требуют систематизации и каталогизации.

Архив ПЗС-наблюдений ОНМУ. На кафедре «Высшая и прикладная математика» Одесского национального морского университета имеется архив ПЗС-наблюдений, полученных сотрудниками (Н. А. Вирнина, В. В. Бреус) на различных обсерваториях (Обсерватория Цек Маун, США; Астрономическая обсерватория и планетарий в г. Плоговец, Словакия; Астрономическая обсерватория и планетарий в Байя, Венгрия, а также А. В. Баклановым в 2004 г. в Астрономической обсерватории и планетарии острова Майорка, Испания) во время исследования переменных звезд по международной программе «Inter-Longitude Astronomy» («Междолготная астрономия») [16].

Основными объектами исследований являются катаклизмические переменные звезды (эволюция вращения магнитных белых карликов в промежуточных и асинхронных полярах (В. В. Бреус), асимметрия взаимодействующих двойных звезд (Н. А. Вирнина)) и взаимодействующие двойные системы других типов, в окрестностях которых, в дополнение к основной программе наблюдений, были открыты новые переменные звезды. Кроме того, поиск новых переменных звезд проводился в специально вы-

бранных площадках, в том числе по программе с условным названием «Цесевиц». Более всего новых переменных звезд — более 50 — открыла, исследовала и классифицировала Н. А. Вирнина.

Для ряда объектов, наблюдения проводятся в режиме попеременно сменяющихся фильтров *VRVR*. Для двухцветной (и многоцветной) фотометрии генерируются ряды квазиодновременных наблюдений с использованием локальной кубической интерполяции. Для улучшения точности фотометрии применяется алгоритм «искусственной» звезды сравнения. Эти и другие алгоритмы реализованы в программе *MCV* [1].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Объединенный цифровой архив (ОЦА) астрономических наблюдений обсерваторий Украины должен аккумулировать отформатированные согласно требованиям общих стандартов по форматированию входных данных локальные наблюдательные архивы, накопленные в отдельных астрономических группах — владельцах коллекций фотографических и ПЗС-наблюдений. Необходимость установления таких стандартов вызвана существенным разнообразием наблюдательных данных и различным состоянием готовности локальных архивов к включению в процедуру объединения.

На текущий момент двумя обсерваториями — участниками проекта УкрВО (ГАО НАН Украины и Николаевской АО) — были разработаны и согласованы предварительные стандарты входных текстовых файлов, содержащих верифицированные данные локальных архивов в стандартизованном виде и готовые к процедуре автоматической обработки и занесения в базу данных ОЦА. Это стало возможным благодаря тому, что обе обсерватории используют аналогичные программные средства для хранения своих архивов (реляционную базу данных *MySQL* и скриптовый язык программирования *PHP*). И хотя структура самих локальных архивов отличается, согласованность форматов представления данных обеспечила возможность взаимного обмена данными архивов и создания совместных баз данных, которые способны работать в рамках локальных интерфейсов систем управления архивами.

Такая связь на данном этапе развития проекта может быть реализована в двух вариантах.

1. Перенесение однотипно представленных данных на вычислительные мощности каждого из участников проекта и раздельное администрирование локально объединенных архивов; в этом случае возникает проблема мониторинга и поддержки соответствия данных во всех локально объединенных архивах, что в условиях значительного количества участников может стать достаточно проблемным моментом, если учитывать большие объемы информации оцифрованных архивов, которые должны будут размещаться на серверах участников. Преимуществом этого способа является отсутствие строгих требований к поддержанию единой программной архитектуры локального цифрового архива (ЛЦА), упрощенность организации и скорость поиска данных, поскольку процедура выполняется в пределах одного сервера и не выдвигает высоких требований к скорости каналов передачи данных.

2. Раздельное администрирование отдельных архивов с организацией связи с удаленными архивами с помощью перекрестных ссылок и раздельных запросов к разнесенным локальным базам данных. Преимущества этого способа состоят в отсутствии необходимости мониторинга соответствия данных в ЛЦА, поскольку данные отдельных ЛЦА не пересекаются, возможности оперативного наращивания объемов информации в

отдельном ЛЦА с непосредственным немедленным доступом к добавленным данным с поисковыми интерфейсами любого из участников проекта. Такой способ организации требует строгого поддержания подобия программной архитектуры ЛЦА, высокой скорости передачи данных в каналах связи для реализации быстрого совместного поиска в удаленных ЛЦА и меньшей ёмкости средств хранения оцифрованной информации.

Альтернативой обоим вариантам может стать организация ОЦА не на вычислительных мощностях обсерваторий-участников, а в едином профессионально организованном компьютерном дата-центре УкрВО (что не исключает возможности организации его зеркал на других компьютерных ресурсах), на мощностях, выделенных с учетом специфических требований проекта к хранилищам данных, каналам связи, программному обеспечению, техническому обслуживанию и поддержке.

В настоящее время прототип ОЦА на материалах двух обсерваторий обрабатывается по первому варианту объединения данных. Согласованы стандарты обмена данными как для фотографических, так и для ПЗС-архивов. Обсерватории-участники раз в полгода осуществляют взаимный обмен содержимым своих баз данных, отформатированным согласно этим стандартам. В обмен не включены данные оцифровки, поскольку именно они являются наиболее объем-

Таблица 4. Архивы других участников проекта УкрВО в прототипе ОЦА на ресурсах ГАО НАН Украины и НАО

Идентификатор инструмента	Местонахождение архива; место наблюдений	Номер по Марсдену; тип негативов; часовая зона	Долгота; широта; высота места наблюдений, м	Количество труб, апертура; [диаметр зеркала, м]	Фокус, м; [масштаб, "/мм]; рабочее поле, град	Период действия; число прямых снимков; оценка /в БД
LAO010 Zeiss 50/10 [камера]	Львов, Украина; АО ЛНУ	067 стекло 3	23 57 49 55 359	10	0.5 [412] 1	1939—1976 8500/4036
МУК012 ZZA [астрограф]	Николаев, Украина; НАО, Николаев, Украина	089 стекло 2	31 58.5 46 58.3 83	12	2.04 [101] 5	1961—1999 8209/8209
PUL012 ZZA [астрограф]	Николаев, Украина; ГАО, Пулково, Россия	084 стекло 3	30 19.6 59 56.3 75	12	2.04 [101] 5	1929—1931 196/196

Примечание: ZZA – Зонный астрограф Цейса, Николаевская АО, Украина; Zeiss 50/10 – Камера з объективом триплетом Цейса, АО ЛНУ, Львов, Украина

ной частью ЛЦА, и ни одна из обсерваторий не имеет накопителей соответствующих размеров для хранения совместного архива оцифрованных изображений. Поэтому для организации совместного доступа к оцифрованным изображениям реализуется второй вариант связи, построенный на согласованной структуре хранения и наименования единиц хранения таким образом, что по данным пластинки программно может быть получен путь к ее оцифрованному изображению в удаленном архиве.

Табл. 3 и 4 содержат перечни наблюдательных архивов, включенных в прототип ОЦА, администрируемых на ресурсах ГАО НАН Украины и Николаевской АО, которые доступны через их поисковые интерфейсы.

Создание ОЦА по первому варианту, кроме упомянутых выше преимуществ, дает возможность тем участникам проекта, которые не имеют достаточных ресурсов (человеческих, материальных и вычислительных), плодотворно сотрудничать, организуя свои ЛЦА на ресурсах других обсерваторий, что значительно ускоряет процесс их присоединения к общим базам данных и архивам. Первой пробой организации такого сотрудничества стало присоединение уже каталогизированной части архива стеклотеки АО ЛНУ (4 тыс. пластинок — около 50 % всего архива АО ЛНУ) к базе данных ГАО НАН Украины в тестовом режиме для изучения целесообразности и возможности постоянной публикации архива АО ЛНУ на площадке ГАО в составе объединенной БД по общему согласию сторон-участниц. В настоящий момент общее количество записей в базе данных составляет 38 783 пластинки в 29 наблюдательных архивах.

Работа была выполнена в рамках проекта Украинской астрономической ассоциации «Создание базы данных астронегативов УкрВО» (2010 г.), за что авторы выражают свою благодарность академику НАН Украины Я. С. Яцкиву. Наша искренняя признательность редколлегии журнала «Космическая наука и технология» за публикации материалов по УкрВО, что очень важно для развития этого проекта в Украине.

1. Андронов И. Л., Бакланов А. В. Алгоритм искусственной звезды сравнения для ПЗС фотометрии // *Вісник астрономічної школи.* — 2004. — 5, № 1–2. — С. 264–272.
2. Брауде С. Я., Мирошниченко А. П., Рашковский С. Л. и др. Декаметровый обзор дискретных источников северного неба. XIII. Спектры дискретных источников для интервала склонений 30–40° // *Кинематика и физика небес. тел.* — 2003. — 19, № 4. — С. 291.
3. Вавилова И. Б., Пакуляк Л. К., Процюк Ю. И. Украинская виртуальная обсерватория (УкрВО). Цель, структура и задачи // *Космічна наука і технологія.* — 2010. — 16, № 5. — С. 62–71.
4. Вавилова И. Б., Пакуляк Л. К., Сергеева Т. П. и др. Украинская виртуальная обсерватория: состояние и перспективы развития // *Тез. докл. на ВАК-2010 «От эпохи Галилея до наших дней», Нижний Архыз, Россия, 12–19 сентября 2010 г.* — Нижний Архыз, 2010. — С. 150.
5. Горель Г. К., Гудкова Л. А. Положения 19 избранных малых планет в системе ICRS по наблюдениям на Николаевском зонном астрографе в 1961–1997 гг. // *Кинематика и физика небес. тел.* — 2000. — 16, № 5. — С. 463–469.
6. Гудкова Л. А. Согласование каталожных и динамических систем координат по наблюдениям избранных малых планет в Николаевской обсерватории: Дис. ... канд. физ.-мат. наук. — Николаев, 2001. — 124 с. — Машинопись.
7. Иванцов А. В. Определение масс больших астероидов на основе наземных позиционных наблюдений: Дис. ... кан. физ.-мат. наук. — Николаев, 2007. — 199 с. — Машинопись.
8. Калихевич Ф. Ф. Установка и исследование зонного астрографа в Николаеве. Первые результаты наблюдений планет: Дис. ... кан. физ.-мат. наук. — Николаев, 1970. — 144 с. — Машинопись.
9. Карамыш В. Ф. Семикамерный астрограф // *Страницы истории астрономии в Одессе: Сб. в 4-х частях.* — Одесса: Астропринт, 1997. — Ч. 4. — С. 19–25.
10. Ковальчук А. Н., Пинигин Г. И., Шульга А. В. Скоростной автоматический комплекс для регистрации небесных объектов естественного и искусственного происхождения в околосолнечном космическом пространстве // *Околосолнечная астрономия и проблемы изучения малых тел Солнечной системы.* — М.: ИНАСАН, 2000. — С. 361–371.
11. Лазоренко П., Карбовський В., Денисюк О. та ін. Київський меридіанний аксіальний круг з ПЗ3-камерою // *Кинематика и физика небес. тел.* — 2007. — 23, № 5. — С. 304–311.
12. Майгурова Н. В. Уточнение связи оптической и радио систем координат по ПЗС-наблюдениям избранных внегалактических радиоисточников в оптическом

- діапазоні: Дис... канд. фіз.-мат. наук. — Київ, 2006. — Машинопись.
13. *Погорельцев М. Т.* Стеклоотека астронегативів астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка // Вісник Київ. нац. ун-та. Астрономія. — 2005. — Вип. 41-42. — С. 101—102.
 14. *Процюк Ю. И.* Теоретические и методические основы наблюдений и их обработки на автоматическом меридианном телескопе горизонтального типа: Дис. ... канд. физ.-мат. наук. — Киев, 2000. — 132 с. — Машинопись.
 15. *Шульга А. В.* Определение положений небесных объектов до 15 звездной величины из наблюдений на аксиальном меридианном круге Николаевской астрономической обсерватории: Дис. ... канд. физ.-мат. наук. — Киев, 2000. — 125 с. — Машинопись.
 16. *Andronov I. L., Antoniuk K. A., Baklanov A. V., et al.* Inter-Longitude Astronomy (ILA) Project: Current Highlights And Perspectives. I. Magnetic vs. Non-Magnetic Interacting Binary Stars // *Odessa Astron. Publs.* — 2010. — 23. — P. 8—10.
 17. *Bondar N. I.* Wide-Field Plate Archive of the Crimean Astrophysical Observatory // *Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.* — 1999. — 95. — С. 195.
 18. *Braude S. Ya., Megn A. V., Rashkovski S. L., et al.* Decametric survey of discrete sources in the Northern Sky. II. Source catalogue in the range of declinations $+10^\circ$ to $+20^\circ$ // *Astrophys. and Space Sci.* — 1978. — 54. — P. 37.
 19. *Braude S. Ya., Megn A. V., Sokolov K. P., et al.* Decametric survey of discrete sources in the Northern Sky. V. Source catalogue in the range of declinations 0° to $+10^\circ$ // *Astrophys. and Space Sci.* — 1979. — 64. — P. 73.
 20. *Braude S. Ya., Miroshnitchenko A. P., Sokolov K. P., Sharykin N. K.* Decametric survey of discrete sources. VII. Source catalogue in the range of declinations -2° to -13° // *Astrophys. and Space Sci.* — 1981. — 74. — P. 409.
 21. *Braude S. Ya., Miroshnitchenko A. P., Sokolov K. P., Sharykin N. K.* Decametric survey of discrete sources. VIII: Spectra of discrete sources in the range 12.6 to 1400 MHz for declinations -2° to -13° // *Astrophys. and Space Sci.* — 1981. — 76. — P. 279.
 22. *Braude S. Ya., Sokolov K. P., Zakharenko S. M.* Decametric survey of discrete sources in the Northern Sky. XI. The results of the UTR-2 very low-frequency sky survey in the declination range 41° to 52° // *Astrophys. and Space Sci.* — 1994. — 213. — P. 1.
 23. *Tsvetkova K., Tsvetkov M.* Catalogue of Wide-Field Plate Archives: Version 5.0 // *Virtual Observatory, Plate Content Digitization, Archive Mining, Image Sequence Processing* / Eds M. Tsvetkov, V. Golev, F. Murtagh, R. Molina. — Sofia, Heron Press Sci. Ser., 2006. — P. 45—53.
 24. *Karetnikov V. G., Markina A. K., Somikov V. P.* The Odessa Sky Patrol Plate Collection // *Lecture Notes in Phys.* — 1995. — 454. — P. 407. — (Flares and Flashes: Proc. IAU Coll. 151 / Eds J. Greiner, et al. — Berlin etc.: Springer, 1995).
 25. *Kazantseva L. V.* Photographic plate archive of the Kyiv University Astronomical Observatory // *PDPP Newsletter (IAU Working Group Preservation and Digitization of Photographic Plates).* — 2006. — N 4. — P. 32—33.
 26. *Sergeeva T., Golovnya V., Yizhakevych O., et al.* MAO NAS of Ukraine plate archives: Towards the WFPDB integration // *Virtual Observatory, Plate Content Digitization, Archive Mining, Image Sequence Processing* / Eds M. Tsvetkov, V. Golev, F. Murtagh, R. Molina. — Sofia, Heron Press Sci. Ser., 2006. — P. 124—128.
 27. *Pikhun A. I., Yushchenko A. V.* Machine readable catalog of Odessa patrol plates // *Inform. bull. on variable stars (IBVS).* — 2002. — N 5215.
 28. *Sergeeva T. P., Sergeev A. V., Pakulyak L. K., Golovnya V. V.* Wide field plate archive of MAO NAS of Ukraine: electronic plate collection // *Baltic Astronomy.* — 2004. — 13, N 4. — P. 677—682.
 29. *Tsesevich V. P., Romanov Yu. S., Chuprina R. I., Murnikov B. A.* Collection of Odessa Astronomical Observatory plates of the stellar sky fields // *Abastumani Astrophys. Observatory Bulletin.* — 1989. — 67. — P. 97—100.
 30. *Tsvetkova K. P., Tsvetkov M. K., Sergeeva T. P., Sergeev A. V.* Wide-Field Plate Archives Stored in the Ukrainian Observatories // *Кинематика і фізика небес. тел.* — 2009. — 25, № 5. — С. 402—412.
 31. *Yushchenko A. V., Karetnikov V. G., Chakhrukhanov O. C., et al.* Plate archive of Odessa Observatory scanning project // *Acta Historica Astronomiae.* — 1999. — 6. — P. 74—76.
- Надійшла до редакції 21.01.11*
- I. B. Vavilova, L. K. Pakuliak, Yu. I. Protsyuk, N. V. Virun, A. A. Shlyapnikov, S. G. Kashuba, A. I. Pikhun, S. M. Andrievsky, A. E. Mazhaev, L. V. Kazantseva, A. V. Shulga, A. V. Zolotukhina, T. P. Sergeeva, A. P. Miroshnichenko, I. L. Andronov, V. V. Breus, N. A. Virnina*

UKRAINIAN VIRTUAL OBSERVATORY (UkrVO). CURRENT STATE AND DEVELOPMENT PROSPECTS FOR THE JOINT ARCHIVE OF OBSERVATIONS

The current state of the observational data archives of seven observatories of Ukraine which were created from 1898 to 2010 is considered in respect to their suitability for including into the Ukrainian Virtual Observatory (UkrVO) database. In accordance with a current UkrVO conception approved by the Ukrainian Astronomical Association, the database of astronegatives is the main scientific component of the UkrVO. The database will include all the photoplates accumulated in Ukraine and combine them into the Joint Digitized Archive (JDA). This will provide for a user an easy access to textual data and images using web interface and a corresponding search engine. The data archives obtained from CCD and radio observations in Ukraine are also discussed as scientific components of the UkrVO. Some prospects of the JDA development are formulated.