

УДК [520.8 + 002.53 + 52-17]:004

**И. Б. Вавилова¹, Л. К. Пакуляк¹, А. А. Шляпников², Ю. И. Процюк³,
В. Е. Саваневич⁴, И. Л. Андронов⁵, В. Н. Андрук¹, Н. Н. Кондрашова¹,
А. В. Бакланов², А. В. Головин¹, П. Н. Федоров⁸, В. С. Ахметов⁸, И. И. Исак⁹,
А. Э. Мажаев³, В. В. Головня¹, Н. В. Вирун⁷, А. В. Золотухина¹,
Л. В. Казанцева¹⁰, Н. А. Вирнина⁵, В. В. Бреус⁵, С. Г. Кашуба⁶,
Л. Л. Чинарова⁶, Л. С. Кудашкина⁵, В. П. Епишев⁹**

¹ Главная астрономическая обсерватория НАН Украины
03680 Киев, ул. Академика Заболотного 27
irivav@mao.kiev.ua

² НИИ «Крымская астрофизическая обсерватория» МОНМС Украины

³ НИИ «Николаевская астрономическая обсерватория» МОНМС Украины

⁴ Харьковский национальный университет радиоэлектроники МОНМС Украины

⁵ Одесский национальный морской университет МОНМС Украины

⁶ НИИ «Астрономическая обсерватория» Одесского национального университета им. И. И. Мечникова
МОНМС Украины

⁷ Астрономическая обсерватория Львовского национального университета им. И. Франко
МОНМС Украины

⁸ НИИ астрономии Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина МОНМС Украины

⁹ Ужгородский национальный университет МОНМС Украины

¹⁰ Астрономическая обсерватория Киевского национального университета им. Тараса Шевченко
МОНМС Украины

Астроинформационный ресурс Украинской виртуальной обсерватории (УкрВО): объединенный архив данных наблюдений, научные задачи и программное обеспечение

В статье представлен обзор наиболее важных составляющих национального проекта Украинской виртуальной обсерватории (УкрВО). Среди них — создание объединенного цифрового архива (ОЦА) наблюдательных данных, полученных в обсерваториях Украины с 1890-х годов, в том числе ОЦА астронегативов (больше 200 тыс. пластинок). Поскольку выполнение этой задачи требует создания ВО-ориентированного программного обеспечения, обсуждаются такие вопросы как программная верификация содержимого, целостности и администрирования ОЦА; соответствие форматов изображений стандартам IVOA; фотометрическая и астрометрическая калибровка изображений. Среди направлений разработок в части локального программного обеспечения УкрВО рассматриваются средства автоматической регистрации движущихся небесных объектов на фоне звездного неба с последующей визуальной проверкой полученных результатов; программное обеспечение обработки изображений звездных полей и др. Обсуждаются научные проекты, использующие локальные архивы данных УкрВО, а именно: анализ продолжительных рядов наблюдений активных ядер галактик, исследование солнечных вспышек и активных областей на Солнце на основе архивов спектральных наблюдений; исследование и открытие переменных звезд; исследования звездных полей в области гамма-

© И. Б. ВАВИЛОВА, Л. К. ПАКУЛЯК, А. А. ШЛЯПНИКОВ, Ю. И. ПРОЦЮК, В. Е. САВАНЕВИЧ, И. Л. АНДРОНОВ, В. Н. АНДРУК, Н. Н. КОНДРАШОВА, А. В. БАКЛАНОВ, А. В. ГОЛОВИН, П. Н. ФЕДОРОВ, В. С. АХМЕТОВ, И. И. ИСАК, А. Э. МАЖАЕВ, В. В. ГОЛОВНЯ, Н. В. ВИРУН, А. В. ЗОЛОТУХИНА, Л. В. КАЗАНЦЕВА, Н. А. ВИРНИНА, В. В. БРЕУС, С. Г. КАШУБА, Л. Л. ЧИНАРОВА, Л. С. КУДАШКИНА, В. П. ЕПИШЕВ, 2012

вспышек. Особое внимание уделено программе CoLiTес, позволяющей значительно увеличить количество регистрируемых малых тел Солнечной системы и открывать новые, так, с ее помощью в обсерватории ISON-NM были открыты кометы C/2010 X1 (Elenin) и P/2011 N 01. В статье отмечено создание прототипа ОЦА УкрВО, в котором реализован доступ к базам данных ГАО НАН Украины, Николаевской АО и Львовской АО.

АСТРОІНФОРМАЦІЙНИЙ РЕСУРС УКРАЇНСЬКОЇ ВІРТУАЛЬНОЇ ОБСЕРВАТОРІЇ (УКРВО): ОБ'ЄДНАНИЙ АРХІВ ДАНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ, НАУКОВІ ЗАВДАННЯ І ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, Вавилова І. Б., Пакуляк Л. К., Шляпников О. О., Процюк Ю. І., Саваневич В. Є., Андронов І. Л., Андрук В. М., Кондрашова Н. М., Бакланов О. В., Головін О. В., Федоров П. М., Ахметов В. С., Ісак І. І., Мажаяев О. Е., Головня В. В., Вірун Н. В., Золотухіна А. В., Казанцева Л. В., Вірніна Н. А., Бреус В. В., Кашуба С. Г., Чинарова Л. Л., Кудашкіна Л. С., Єпішев В. П. — У статті подано огляд найважливіших складових національного проекту Української віртуальної обсерваторії (УкрВО). Серед них — створення об'єднаного цифрового архіву (ОЦА) спостережних даних, отриманих в обсерваторіях України з 1890-х років, у тому числі ОЦА астронегативів (більше 200 тис. платівок). Оскільки виконання цього завдання вимагає створення ВО-орієнтованого програмного забезпечення, обговорюються такі питання як програмна верифікація вмісту, цілісності й адміністрування ОЦА; відповідність форматів зображень стандартам IVOA; фотометричне і астрометричне калібрування зображень. Серед напрямків розробок в частині локального програмного забезпечення УкрВО розглядаються засоби автоматичної ресстрації рухомих небесних об'єктів на фоні зоряного неба з подальшою візуальною перевіркою отриманих результатів; програмне забезпечення обробки зображень зоряних полів тощо. Обговорюються наукові проекти, які використовують локальні архіви даних УкрВО, а саме: аналіз тривалих рядів спостережень активних ядер галактик, дослідження сонячних спалахів і активних областей на Сонці на основі архівів спектральних спостережень; дослідження і відкриття змінних зір; дослідження зоряних полів в області гамма-спалахів. Особливу увагу приділено програмі CoLiTес, що дозволяє значно збільшити кількість ресстрованих малих тіл Сонячної системи і відкривати нові, так, за її допомогою в обсерваторії ISON-NM були відкриті комети C/2010 X1 (Elenin) та P/2011 N 01. У статті зазначено створення прототипу УкрВО, в якому реалізований доступ до баз даних ГАО НАН України, Миколаївської АО та Львівської АО.

ASTROINFORMATIC RESOURCE OF UKRAINIAN VIRTUAL OBSERVATORY (UKRVO): JOINT OBSERVATIONAL DATA ARCHIVE, SCIENTIFIC TASKS AND SOFTWARE, by Vavilova I. B., Pakuliak L. K., Shlyapnikov A. A., Protsyuk Yu. I., Savanevich V. E., Andronov I. L., Andruk V. M., Kondrashova N. N., Baklanov A. V., Golovin A. V., Fedorov P. N., Akhmetov V. S., Isak I. I., Mazhaev A. E., Golovnya V. V., Virun N. V., Zolotukhina A. V., Kazantseva L. V., Virnina N. A., Breus V. V., Kashuba S. G., Chinarova L. L., Kudashkina L. S., Epishev V. P. — The overview of the most important components of the national project — Ukrainian Virtual Observatory (UkrVO) — is presented. Among these components, there is the establishment of a Joint Digital Archive (JDA) of observational data obtained at Ukrainian observatories since 1890, including astronegative's JDA (more than 200 thousand plates). Because of this task requires a VO-oriented software, such issues as software verification of content integrity and JDA administration; compliance of image formats to IVOA standards; photometric and astrometric calibration of images. Among other developments of local UkrVO software the means of automatic registration of moving celestial objects at the starry sky followed by visual inspection of the results as well as stellar fields image processing software are considered. Research projects that use local UkrVO data archives, namely, an analysis of long observational series of active galactic nuclei, the study of solar flares and solar active regions based on spectral observational archives, research and discovery of variable stars, the study of stellar fields in vicinity gamma-ray bursts are discussed. Particular

attention is paid to the CoLiTec program, which allows to increase significantly the number of registered small solar system bodies, and to discover new ones, in particular, with the help of this program the comets C/2010 X1 (Elenin) and P/2011 N 01 were discovered in ISON-NM observatory. Development of the UkrVO JDA prototype is noted which provides access to databases of MAO NAS of Ukraine, Nikolaev Astronomical Observatory and L'viv Astronomical Observatory.

ВВЕДЕНИЕ

Долгосрочной перспективой International Virtual Observatory Alliance (IVOA) является создание единой инфраструктуры, позволяющей центрам данных предоставлять конкурентный или кооперативный сервис с обширным инструментарием для визуализации и анализа астрономических данных, постоянно пополняемый новыми программными разработками, новыми интерфейсами доступа, поиска и обработки информации. Важнейшим приоритетом для всех проектов виртуальных обсерваторий (ВО) является развитие стандартной инфраструктуры, которая и создаст такое творческое многообразие программных продуктов. IVOA поддерживает обсерватории, университеты, проекты со всего мира, привлеченные к ВО в качестве провайдеров данных, информации, вычислительных услуг, а также как пользователей «все-волнового обзора» Вселенной (см., например, обзоры по виртуальным технологиям [<https://hub.vscse.org/resources/169/download/vo-2010-bigdata.pdf>, http://arxiv.org/PS_cache/astro-ph/pdf/0504/0504006v1.pdf, <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/eng/journal/2010/part3/MDBZ>], а также научные проекты IVOA [www.ivoa.net]).

В предлагаемой работе коротко обсуждаются состояние и задачи объединенного цифрового архива данных Украинской виртуальной обсерватории (УкрВО), создаваемого на основе локальных баз данных обсерваторий Украины, полученных в результате наблюдений на наземных телескопах с конца 1890-х годов в широком диапазоне длин волн. Особое внимание в статье уделено программному обеспечению УкрВО, созданному украинскими авторами, и методам обработки данных в стандартах IVOA. Представлены научные задачи, которые решаются с использованием баз данных УкрВО [<http://ukr-vo.org>].

1. ОБЪЕДИНЕННЫЙ ЦИФРОВОЙ АРХИВ ДАННЫХ УкрВО

В рамках концепции Украинской виртуальной обсерватории был определен ряд первоочередных проектов ее развития, среди которых — создание объединенного цифрового архива (ОЦА) данных наблюдений небесных объектов, хранящихся на разных носителях в обсерваториях Украины [9, 54]: а) фотографических наблюдений за период 1898—1990 гг., б) ПСЗ-наблюдений с начала 1990-х годов, в) спектральных наблюдений (в т. ч. стеклотеки) в оптическом, УФ-, радио- и гамма-диапазонах с 1940-х гг. Большая часть из них представлена сейчас в виде локальных архивов данных (ЛАД) обсерваторий Украины, в разной степени систематизированных, паспортизированных и переведенных в стандарты IVOA.

В табл. 1 представлено состояние объединенного архива наблюдательных данных УкрВО на конец 2011 г. [10] (данные обновляются на сайте УкрВО). Как видно, одним из главных ресурсов УкрВО является объединенный архив астронегативов. Наибольшими коллекциями обладают астрономическая обсерватория Одесского национального университета (третья в мире стеклотека по численности астронегативов после Гарвардской и Зонненбергской обсерваторий), насчитывающая 105000 фотопластинок, а также ГАО НАН Украины (около 85000 фотопластинок). Уникальным архивом наблюдательных данных обладает Крымская астрофизическая обсерватория (КраО) [31, 32]. Информационную емкость этого локального архива данных можно оценить лишь очень приблизительно — за 100-летнюю историю наблюдений в КраО (и в ее предшественнице, Симеизской обсерватории, коллекция

Таблица 1. Общая информация о состоянии баз данных объединенного архива наблюдательных данных УкрВО (конец 2011 г.)

Член УкрВО	Тип информации, количество	Годы	Объекты, научные программы наблюдений	Степень готовности архива к УкрВО	Примечания
ГАО НАНУ	Пластинки ~85 000	1949— 1999	Галактики, квазары, переменные звезды, рассеянные звездные скопления, фундаментальные звезды, кометы, малые планеты, ИСЗ; программы ФОН, МЕГА	Каталогизирован, создана база данных, онлайн-доступ	~ 26500 прямых снимков; $mpg = 11...16^m$; 3500 пластинок оцифровано
	ПЗС 16000	2001— 2003	Звездные поля с ICRF-объектами	Некаталогизирован, несистематизирован	Каталог КМАС1 (экваториальная зона $V=17^m$)
	Пластинки спектры 1440 (телескопы АЦУ-5, АЦУ-26)	1976— 1981, 1984, 1985, 1989, 1990	Солнце (активные образования)	Систематизирован, 60 % оцифровано	На каждой пластинке по 8 спектров шириной 10 нм, высотой 1 см, спектры получены для 490, 520, 540, 590, 610, 630, 650 нм
НАО	Пластинки ~200	1929— 1931		Каталогизирован, база данных, онлайн-доступ	Оцифрован; использование VO tools
	Пластинки 8405	1961— 1999	Звездные скопления, зодиакальные звезды, малые планеты, кометы	Каталогизирован, база данных, онлайн-доступ к части архива	Оцифровано 4500 пластинок; использование VO tools
	ПЗС 23300	1986— 2009		Каталогизирован; систематизирован, онлайн-доступ к части архива	
КраО	(см. табл. 2)				
АО КНУ	Пластинки 200	1898— 1916	Фундаментальные звезды, Новая 1916 г., Луна, Солнце	Каталогизирована, база данных, локальный доступ	Оцифровано
	Пластинки > 20000	1945— 1996	Фундаментальные звезды, рассеянные скопления, QSO, Луна, Солнце	Систематизировано около 4500 пластинок	Начат процесс оцифровки
АО ЛНУ	Пластинки ~160	1939— 1945	Переменные звезды, малые тела Солнечной системы	Каталогизирован, база данных, онлайн-доступ	Оцифрован
	Пластинки ~ 8000	1946— 1976	Новые и переменные звезды, покрытие звезд Луной; кометы, малые планеты, переменные звезды	Каталогизирован, база данных, онлайн-доступ	Оцифровано 2700 пластинок
АО ОНУ	Пластинки «Симеизская коллекция» ~ 10000	1909— 1953	Малые планеты	Систематизирована, каталогизирована	Упорядочены журналы наблюдений, неоцифрован
	Пластинки старой коллекции 10 000	1945— 1956	Переменные звезды, кометы, малые планеты, ИСЗ.QSO		

Окончание табл. 1

Член УкрВО	Тип информации, количество	Годы	Объекты, научные программы наблюдений	Степень готовности архива к УкрВО	Примечания
	Коллекция пластинок 7-камерного астрографа 84 000	1957—1998	Переменные звезды, кометы, малые планеты, ИСЗ.QSO	На 10% каталогизирован, на 10% онлайн доступ	80 % прямых снимков (: 0...24 ^h : 15...+90) фотометрически однородные
ОНМУ	ПЗС (получены на 6 зарубежных телескопах)	2004, 2007—2011	Переменные звезды	Систематизирован, онлайн доступ	
РИ НАНУ	Радиоспектры		Внегалактические источники северного неба в декаметровом диапазоне	Каталогизирован, систематизирован, онлайн доступ	
УжНУ	Пластинки (камера SBG фирмы Карл Цейс)	1970—1995	Геостационарные ИСЗ	Каталогизирован	[13]
	ПЗС	1971—2010	Кривые блеска для 170 ИСЗ	Каталогизирован, доступна электронная версия	

ГАО НАНУ — Главная астрономическая обсерватория НАН Украины
 НАО — НИИ «Николаевская астрономическая обсерватория»
 КраО — Крымская астрофизическая обсерватория МОН Украины
 АО КНУ — Астрономическая обсерватория Киевского национального университета им. Т. Шевченко
 АО ЛНУ — Астрономическая обсерватория Львовского национального университета им. И. Франка
 АО ОНУ — Астрономическая обсерватория Одесского национального университета им. И. И. Мечникова
 РИ НАНУ — Радиоастрономический институт НАН Украины
 УжНУ — Лаборатория космических исследований Ужгородского национального университета
 ОНМУ — Одесский национальный морской университет

* — см. подробное описание архива на сайте <http://ukr-vo.org>, а также работу [10]

которой хранится в Одессе) использовалось более 60 приборов в сочетании с более чем 30 телескопами в оптическом, УФ-, гамма- и радиодиапазонах. Информация о фотографических базах данных КраО представлена в табл. 2.

Одновременно с решением задачи создания ОЦА значительные усилия прилагаются сейчас для развития информационной системы управления ОЦА, включающей средства администрирования реестра и взаимосвязанных/объединенных баз астрономических данных, поисковые интерфейсы для удаленных пользователей, онлайн сервисы анализа и обработки данных, средства обучения приемам работы с инструментарием ВО, обеспечение общеукраинской инфраструктуры передачи данных обсерваторий в интернет и т. д., а также средства собственного развития и вовлечения в проект УкрВО новых участников и новых научных проектов.

Объединенный цифровой архив астрономических наблюдений обсерваторий Украины создается с целью объединения отформатированных входных данных ЛАД согласно общим стандартам по форматированию. Необходимость установления таких стандартов вызвана существенной гетерогенностью наблюдательных данных и различным состоянием готовности локальных архивов к включению в объединенный архив. Базы данных ОЦА интегрируются на сайте УкрВО в виде различных поисковых интерфейсов и средств доступа к распределенным серверам обсерваторий — участников УкрВО, на которых находятся сами цифровые архивы.

Таблица 2. Общая информация о состоянии фотографических баз данных на начало 2011 г. (негативы и спектры) КраО, полученных в 1909—1999 гг. (Методика предварительной обработки, получаемые точности и некоторые аспекты использования результатов средствами IVOA описаны в работе [8])

№	Тип информации, количество	Годы наблюдений	Инструмент	Объекты и программы исследований, полученные результаты и открытия	Примечания, готовность к УкрВО
1	Пластинки 10000	1909— 1953	120-мм объектив «Унар»	Открыто 900 нумерованных астероидов, 10 комет, 200 переменных звезд, определено 15000 положений малых тел [27]	Негативы хранятся в АО ОНУ («Симеизская коллекция»)
2	Негативы 10000	1963— 1999	Двойной 400-мм астрограф	Найдено 15000 нумерованных астероидов, открыто 1100 астероидов, определено 60000 положений малых тел [28]	Подготовлена и верифицирована цифровая база данных в стандартах IVOA; отсканировано 400 негативов и начата их астрометрическая калибровка
3	Пластинки несколько тысяч	1948— 1960	450-мм астрограф и 640-мм телескоп Рихтера—Слефогта (РС-640)	Исследования диффузных туманностей [30] и строения Млечного пути (открыто 300 новых туманностей) [18]	
4	Пластинки 1500	1947— 1965	Прямые изображения и снятые через объективную призму на 167-мм астрографе с объективом «Догмар» и 400-мм астрографах	Программа «План Г. А. Шайна» [18]; получены данные о спектрах, звездных величинах и показателях цвета 35000 звезд, обнаружено 4000 ранее неизвестных <i>O-B</i> звезд [8]	Подготовлена и верифицирована цифровая база данных в стандартах IVOA; отсканировано 600 превью-изображений, для 500 из них выполнена астрометрическая калибровка, что позволяет работать с ними в IVOA ALADIN
5	78000 изображений (фотограф. телевиз.)	1971— 1973	Телескопы 500-мм (МТМ-500) и 700-мм (АЗТ-8) с использованием телевизионного оборудования	Изображения Марса в 10 спектральных участках (включая небольшое количество снимков Венеры, Юпитера, Сатурна, Урана и Плутона [1])	
6	20000 изображений (фотограф. телевиз.)	1969— 1992	Телевизионный телескоп МТМ-500	Звездные поля, сфотографированные без фильтра и в цветовой системе <i>U, B, V, R</i>	
7	1340 спектров	1929— 1941	1-м телескоп в Симеизе		Архивы 7—10 каталогизированы [17]; подготовленные базы данных приводятся в соответствие с IVOA-форматами
8	5570 спектров	1953— 1990	1220-мм рефлектор Цейса	Спектры различного спектрального разрешения в разных диапазонах	
9	2900 спектров	1963— 1987	2.6-м телескоп им. академика Г. А. Шайна (ЗТШ) с разными спектрографами	Спектры различного спектрального разрешения в разных диапазонах	
10	3450 спектров	1982— 1992	ЗТШ, спектрограф в фокусе Несмита, с цифрово-оптическим преобразователем	Спектры различного спектрального разрешения в разных диапазонах	

Таблица 3. Базы данных объединенного цифрового архива данных УкрВО (конец 2011 г.)

Обсерватория	Количество наблюд. архивов/изображений	Количество инструментов	Годы наблюдений	Тип информации	Наблюдательные программы
ГАО НАНУ*	26/3.5 тыс.	14	1949—2003	Прямые снимки	Галактики, радиоисточники; фундаментальные звезды, скопления, переменные звезды, кратные звезды; обзор северного неба (FON), объекты Солнечной системы, геостационарные спутники
КрАО	7/1033 тыс.	7	2001—2010	ПЗС	Переменные звезды, галактики, гамма-вспышки, Солнце
	10/96 тыс.	4	1968—2010	Спектр	
НАО**	2/4 тыс.	2	1929—1931—1961—1999	Прямые снимки	Кометы, малые планеты, большие планеты и их спутники, зодиакальная и близполюсная зона
	3/23.3 тыс.	3	2002—2009	ПЗС	Экваториальная зона
АО ЛНУ	1/2.7 тыс.	1	1939—1976	Прямые снимки	Переменные звезды, объекты Солнечной системы

*Через поисковый интерфейс прототипа ОЦА УкрВО в настоящий момент доступны наблюдательные архивы ГАО НАН Украины, Николаевской АО, а также АО ЛНУ.

**Через поисковый интерфейс Николаевской АО в настоящий момент доступны и наблюдательные архивы ГАО НАН Украины

Доступ к данным через сайт УкрВО открывается по мере готовности локальных архивов и соответствии их общим стандартам. Поскольку данные ОЦА УкрВО стандартизированы, то доступ к ним может быть реализован через различные интерфейсы и приложения, разработанные отдельными обсерваториями. В частности, объединенные данные архивов ГАО НАНУ и Николаевской АО доступны через интерфейсы двух разных баз данных. Информация о базах данных ОЦА УкрВО систематизирована в табл. 3 (детали см. на сайте УкрВО).

2. ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТОК ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УкрВО

2.1. Калибровка оцифрованных фотопластинок. Оцифровка наблюдательного архива ГАО НАН Украины позволила поставить задачу распространения звездного каталога FONAC [51] на более слабые объекты (архив FONAC составляет около 2800 астронегативов). Для этого в ГАО НАН Украины в программной среде LINUX/MIDAS/ROMAFOT было создано программное обеспечение для первичной обработки оцифрованных астронегативов [5, 6, 53] и получения астрометрических и фотометрических характеристик зарегистрированных небесных объектов по методу с использованием характеристик самого снимка [38]. Программный пакет ROMAFOT, изначально предназначенный для обработки малых ПЗС-кадров, не был рассчитан на обработку файлов, подобных сканированным изображениям с линейными размерами в десятки тысяч пикселей, что привело к необходимости предварительной подготовки отсканированных изображений, которая заключалась в преобразовании файла в FITS-формат (с неминуемым уменьшением глубины цвета с 16 до 8 бит, что для пластинок программы FONAC практически не ухудшило результаты для звезд $B_{pe} < 13^m$ [10]), программного обрезания краев изображения (каймы пластинки шириной 500 пкл) и преобразования к специальному графическому формату newfile.bdf. Предложенная методика обработки оцифрованных пластинок

[7] для последующего их использования в научных проектах (например, см. разделы 3.1—3.3) предусматривает следующие этапы:

поиск и выделение передержанных изображений звезд, отдельный анализ и выделение сдвоенных изображений передержанных звезд, реставрация всех передержанных изображений (расчет и фотометрическое построение отсутствующей гауссоподобной верхушки);

определение плоского поля пластинки для исключения фотометрической ошибки. Плоское поле находится после предварительного программного удаления зарегистрированных объектов итерационным методом с одновременным выделением пространственной (как крупномасштабной, так и шумовой) огибающей собственного поля пластинки (фона). В дальнейшем плоское поле используется дважды: для коррекции фотометрической ошибки по всему полю пластинки и для ориентировочного нахождения уровня шума самой пластинки;

поиск и выделение объектов (звезд и галактик) с учетом предварительно оцененного уровня шума, для чего делается фотометрический срез выше некоторого заданного уровня (как правило, это сумма среднего значения плоского поля и его утроенной дисперсии) и отмечаются лежащие над ним пиксели. В конечном изображении получается модифицированный скан с неискаженными изображениями объектов, промежутки между которыми заполнены средним значением плоского поля;

подготовленный таким образом кадр изображения обрабатывается в фотометрическом пакете ROMAFOT в автоматическом режиме для получения координат центров изображений и инструментальных звездных величин всех найденных объектов, включая слабые и передержанные. Каждый большой кадр (со стороны 2.5—13 тыс. пкл) обрабатывался полосами с перекрытием полос по оси абсцисс на 50 пкл (время обработки одного кадра — до трех часов).

2.2. Управления локальными и объединенными базами данных. 2.2.1. Оцифрованный архив ГАО НАН Украины. После выполнения работы по формализации и нормализации базы данных архива ГАО НАН Украины (табл. 1) для включения его в ОЦА УкрВО была начата масштабная программная верификация содержимого и целостности базы данных (БД). Введена в действие вторая версия пакета программного обеспечения DBGPA V2.0.

Главной целью проекта Database of Golosiiv Plate Archive (DBGPA) является создание удобных средств удаленной работы с оцифрованными архивами фотографических пластинок, находящимися в открытом доступе. Архивы позиционируются как составляющая ОЦА УкрВО в широком спектральном диапазоне, что вызывает необходимость организации доступа к ним по протоколам и в форматах ВО. На этапе переходного периода от онлайн-архива к ресурсу ВО были развиты собственные программные средства для работы с данными, которые необходимы как для продолжения его наполнения и расширения структуры, так и для запланированного объединения его с аналогичными архивами других украинских обсерваторий.

База данных DBGPA построена в среде реляционной СУБД MySQL. Текущая версия онлайн-программного пакета DBGPA создана средствами скриптового языка PHP с использованием технологий JavaScript и Flash ActionScript. DBGPA V2.0 содержит несколько функциональных интерфейсов, предназначенных для различных групп пользователей. Редакторский интерфейс с авторизованным доступом разного уровня предназначен для добавления новых инструментальных архивов, коррекции и верификации внесенных данных, организации процесса оцифровки в удобном для пользователя режиме, ведения журналов оцифровки и т. д. Административный интерфейс предназначен для мониторинга целостности и непротиворечивости БД, ведения журнала коррекций, текущего копирования баз данных, управления пользовательским доступом. Он структурно входит как программный подпакет в редакторский интерфейс с наивысшим уровнем допуска. Пользовательский (поисковый) интерфейс не требует авторизации и позволяет искать данные с большим числом параметров поиска и содержит в себе инструменты визуализации найденных данных. К инструментам визуализации относятся средства построения

звездных карт на площадке пластинки по данным звездных каталогов, построение найденными пластинками схемы перекрытия участка неба, для которой осуществлялся поиск, построение в графическом виде статистических данных отдельных составляющих и БД в целом, в частности это распределение пластинок архива по небу, гистограммы распределения наблюдений по годам и т.д.

Поскольку основная составляющая электронного архива это оцифрованные изображения пластинок, то для рациональной организации работы с ними во время сканирования и для выполнения научных задач арсенал средств визуализации был расширен программными разработками на платформе JAVA и Flash ActionScript, апплетами, которые позволяют не просто предоставить гибкие инструменты просмотра изображений с различными степенями масштабирования, но и «на лету» преобразовывать графические форматы изображений и выполнять с ними различные операции. Апплеты разработаны на базе стандартных графических библиотек и используют все их преимущества (скорость обработки, полный спектр графических форматов и т. д.).

В процессе отработки основных этапов преобразования онлайн-архива в ресурс ВО намечились более широкие направления развития программного обеспечения УкрВО, которые могут быть решены на базе DBGPA. Среди них:

- развитие интерфейса пользователя БД путем создания пользовательских сервисов, которые позволили бы преобразовать поисковую страницу БД в инструментарий, позволяющий не только получить доступ к данным, но и к инструментам их обработки, включая те, которые создаются и развиваются IVOA;

- развитие редакторского интерфейса путем добавления модулей, обеспечивающих возможность оперативного присоединения к БД архивов любого типа (ПЗС-наблюдений, спектральных и т. д.);

- развитие БД оцифрованных изображений и более гибких средств работы с ними;

- создание средств представления любой астрономической информации (каталогов, таблиц, публикаций и т. д.), которая будет публиковаться на страницах УкрВО и DBGPA, в форматах, разрабатываемых IVOA для отображения, сохранения и перемещения данных.

В настоящее время детализируется проект создания единого программного пакета, который позволит сделать оцифрованные архивы фотографических наблюдений действительно виртуальными.

2.2.2. База данных наблюдений Николаевской АО. Задача создания «Системы поиска данных о наблюдениях Николаевской астрономической обсерватории» [24] для всех накопленных наблюдений в Николаевской АО реализована на основе скриптов на языке программирования PHP и системы управления БД MySQL. БД включает в себя текстовые данные и отдельные изображения, полученные за всю историю фотографических и ПЗС-наблюдений в Николаевской АО и размещена на сайте обсерватории [www.mao.nikolaev.ua/index.php?catalog_id=345]. Веб-интерфейс позволяет задать центр и радиус поиска, период наблюдений, тип фотоприёмника, а также любые комбинации объектов, параметров фотопластинок и ПЗС-кадров, названий телескопов. В результате поиска выдаётся таблица с фотопластинками и/или таблица с ПЗС-кадрами, которые соответствуют всем заданным критериям поиска. Для размещения в БД наблюдений изображений для предварительного просмотра в виде файлов в формате JPG использовалась программа фильтрации ПЗС-изображений из состава программного пакета ПУМА [22]. После выравнивания изображения и нормирования фона ПЗС-кадры с помощью специального командного файла к программе ImageMagick превращались в изображения в формате JPG, которые в дальнейшем размещались в БД наблюдений.

Для первичного ведения и наполнения базы данных стеклянного архива применялась отдельная СУБД в системе FoxPro «Система ведения информационной базы архива фотопластинок НИИ НАО» [25]. База данных предоставляет всю доступную информацию о 8405 фотопластинках стеклянного архива Николаевской АО, содер-

жашуюся в бумажных журналах наблюдений, имеет широкие возможности по её редактированию, анализу и выводу, а также дополнительные возможности для астрономических расчетов, редактирования первичных файлов отсканированных изображений, экспорта данных в различных форматах. Программное обеспечение для поиска и визуализации обработанных астрометрических наблюдений [23] предназначено для занесения данных обработанных изображений, полученных на разных телескопах в базу данных под управлением MySQL сервера, осуществления выборки данных по установленным пользователем критериям просмотра и сохранения результатов поиска в табличном виде, генерации графических файлов стандартного FITS-формата с найденными объектами и визуализации полученных FITS-файлов для дальнейшего изучения и анализа.

В целях обеспечения доступа к БД наблюдений Николаевской АО через веб-интерфейс программы ALADIN были созданы PHP-скрипт и файл с описанием параметров сервера Николаевской АО для его интеграции с веб-интерфейсом программы. Сканированием бумажных носителей и полуавтоматическим распознаванием печатных символов 27 звёздных каталогов Николаевской АО были переведены в формат VOTable и находятся в свободном доступе [www.mao.nikolaev.ua/index.php?catalog_id=407].

2.3. Автоматический поиск малых планет и комет Солнечной системы на серии ПЗС-кадров. Современный уровень задач поиска малых тел Солнечной системы требует внедрения автоматического обнаружения объектов с последующей визуальной проверкой полученных результатов. Уникальное программное обеспечение CoLiTec, разработанное в Харьковском национальном университете радиотехники (ХНУРЕ) группой под руководством В. Саваневича, и реализующее данный подход [<http://neoastrasoft.org/clt-program/>], было успешно протестировано в 2009—2010 гг.

Входными данными программы CoLiTec (рис. 1) являются серия ПЗС-кадров с изображением участка небесной сферы, а также звёздный каталог.

В модуле *внутрикадровой обработки* производится учет дефектных («битых» и «горячих») пикселей ПЗС-матрицы; разбиение кадров на подсерии с определением базового кадра; сложение кадров подсерий с накоплением сигнала от движущегося объекта с получением суперкадров на основе «площадного подхода» и применения цифрового сглаживающего фильтра; предварительная селекция сигналов от небесных объектов на суперкадрах, основанная на сравнении с порогом значений пространственной свертки между принятым излучением в окрестности пика изображения и формой ожидаемого сигнала. Затем в модуле *внутрикадровой обработки* производится оценка координат и амплитуд сигналов на суперкадрах (формирование отметок) на основе математического аппарата группированных выборок с использованием модели координат падения шумовых фотонов в виде плоской подложки [19]; объединение суперкадров одной подсерии, полученных для разных гипотетических скоростей видимого движения объектов; оценка экваториальных координат объектов методом астрометрической редукиции с использованием равномерного выбора опорных звезд и проведением многопроходовой МНК-оценки (метод наименьших квадратов) с отбраковкой аномальных наблюдений на проходах. При этом при формировании матрицы весов ошибок измерений обобщенного МНК учитывается зависимость значения ошибок оценки экваториальных координат от значения видимого блеска объектов и их координат в системе координат (СК) ПЗС-кадра [20]. Полученные данные представляются в виде совокупности отметок. Отметки содержат оценки амплитуд и экваториальные координаты предполагаемых небесных объектов, а также оценки координат данных объектов в СК ПЗС-матрицы базового кадра. В модуле формирования внутреннего каталога неподвижных объектов (внутренний каталог) отбраковываются объекты, неподвижные на серии кадров.

Отметки от неподвижных объектов отождествляются с объектами звёздного каталога в модуле отождествления решением венгерским методом задачи о назначениях на двудольном графе, одна доля которого представляет отметки кадра, а вторая — объекты звёздного каталога.

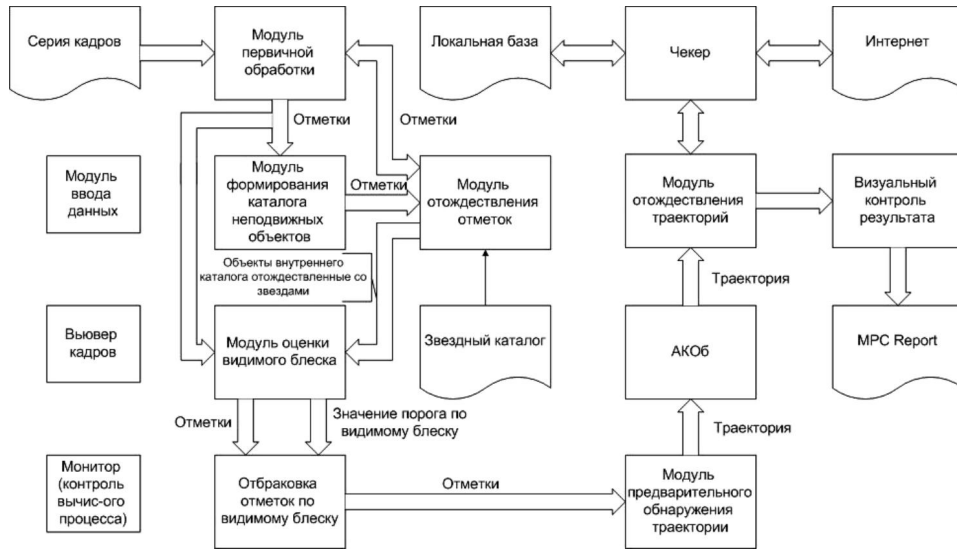


Рис. 1. Функциональная схема программы CoLiTex автоматического обнаружения малых планет на серии ПЗС-кадров

В модуле оценки видимого блеска объектов производится МНК-оценка коэффициентов двухдиапазонной кусочно-линейной модели зависимости значения видимого блеска астероида от амплитуды его сигнала по совокупности объектов внутреннего каталога, отождествленных со звездами; оценка видимого блеска объектов; формирование порога отбраковки по видимому блеску. Введение данной модели связано с тем, что использование линейной однодиапазонной модели фотометрического пересчета для большого диапазона значений амплитуд приводит к снижению точности оценки видимого блеска в области малых амплитуд, характерной для сигналов от астероидов, а применение квадратичной однодиапазонной модели фотометрического пересчета не приводит к повышению точности [21]. В модуле отбраковки по видимому блеску оставляются только те отметки, оценка видимого блеска которых не превышает значения указанного порога.

В модуле предварительного обнаружения траекторий формируются траектории на основе накопления статистик, пропорциональных энергии сигналов, вдоль возможных траекторий движения объекта. Данное накопление сигналов реализуется за счет использования многозначного преобразования координат объектов, допускающего многоэтапную реализацию. Многозначное преобразование позволяет накопить сигналы вдоль всех возможных траекторий движения небесных тел. В качестве энергетической статистики используется оценка видимого блеска объекта. В результате работы модуля формируются совокупности отметок, принадлежащие одному объекту с ненулевым видимым движением. При этом используются только те отметки, которые не отбракованы по оценке видимого блеска [15, 16].

В модуле амплитудно-координатного обнаружения производится МНК-оценка параметров обнаруженных траекторий, а также принятие решения о наличии траекторий, сформированных малыми телами Солнечной системы. Решающее правило (РП) обнаружения нового объекта на каждом кадре выбирает «лучшую» отметку для продолжения траектории. «Лучшая» (кинематическая) отметка должна иметь не очень большие отклонения. Применение в РП подобной амплитудной составляющей связано с большим разбросом амплитуд сигналов от небесных объектов при резких изменениях условий наблюдения за время наблюдений.

В модуле отождествления траекторий сопоставляются траектории, сформированные малыми телами, например астероидами, с траекториями известных асте-

роидов. Данные об известных астероидах получают из базы параметров орбит астероидов или с сервера Центра Малых планет (Minor Planet Center, MPC). В модуле визуального контроля результата наблюдателю предоставляется возможность окончательного принятия решения о принадлежности траектории астероиду методом бликования участка неба. Данные об обнаруженных астероидах преобразуются в отчет о наблюдениях в формате, принятом в MPC (MPC-report). Полученный отчет с измерениями отправляется наблюдателем на сервер MPC электронной почтой.

2.4. Виртуальные программы анализа временных рядов и получения данных о характеристиках переменных звезд. Наличие многих типов переменности звезд приводит к необходимости разработки новых и усовершенствования старых методов анализа временных рядов, в особенности с учетом частой неравномерности наблюдений по времени, характерных для патрульных наблюдений, входящих в проекты ВО. Для статистически оптимального математического моделирования разработана экспертная система анализа (возможно, многоканальных) сигналов: моно- и мультипериодических, мультигармонических, квазипериодических и стохастических.

В проекте УкрВО на данном этапе предложены следующие программы, в которых предусмотрено определение параметров переменных звезд и их точности:

«Four» [35] — периодограммный анализ с использованием синусоидальной аппроксимации с последующим методом дифференциальных поправок к периоду;

FDCN («Four-M») [35] — определение статистически оптимальной степени тригонометрического полинома для оптимального моделирования мультигармонического сигнала и определения характеристик переменных звезд, требуемых для регистрации в «Общем каталоге переменных звезд» [<http://cdsarc.u-strasbg.fr/viz-bin/Cat?cat=B%2Fgcvs&>];

«O» (OL, OM, OW для разных типов компьютеров [36]) — быстрая визуализация и преобразование одномерных временных рядов, аппроксимация методом скользящих парабол, шкалограммный и корреляционный анализ, разметка интервалов наблюдений для последующего определения экстремума разными методами, построение фазовых кривых, всего около сотни функций;

«VSCalc» (Variable Stars Calculator) [39, 40] — визуализация одномерных временных рядов, определение характеристик экстремумов полиномиальной аппроксимацией оптимальной степени, построение фазовой кривой, упрощение обработки визуальных и фотографических оценок блеска, периодограммный анализ методом Лафлера — Кинмана — Холопова и др.

MCV [4] — визуализация и анализ многоканальных сигналов, в том числе измерений блеска группы звезд на многоцветных ПЗС-изображениях.

Остановимся коротко на возможностях программы MCV [4] для обработки временных рядов переменных звезд. После обработки рядов ПЗС-наблюдений популярными программами (Maxim-DL, WinFit, IRAF, MIDAS, MuniPack, MuniWin и др.) наблюдатель получает временные ряды данных. Эти ряды, как правило, нуждаются в дальнейшей обработке: исключении выпадающих точек (вызванных космическими лучами или горячими пикселями); учете экстинкции, гелиоцентрической поправки; поиске периодичностей и т. д.

Возможности визуализации в программе MCV. В программе реализованы основные функции, необходимые при просмотре и обработке рядов наблюдений: одновременный вывод на экран переменных и/или стандартных звезд; удаление/редактирование отдельных точек, колонок и строк; перевод звездных величин в интенсивности и обратно, перевод периодов в частоты и обратно, линейное преобразование сигнала и времени; учет гелиоцентрической поправки; построение фазовой и сглаженных кривых; аппроксимация данных обычным и/или тригонометрическим полиномами; вычисления показателей цвета при одновременных и квазиодновременных многоцветных наблюдениях, а также другие возможности.

Использование нескольких звезд сравнения в программе MCV. Стандартным методом фотометрии переменной (Var) звезды при ПЗС-наблюдениях является использование одной из близлежащих звезд в качестве стандарта (Comp). Для контро-

ля постоянства ее блеска измеряется еще одна звезда (иногда несколько), называемая «контрольной» (Contr), и на графиках часто приводятся зависимости разностей звездных величин Var-Comp, Contr-Comp от времени. В то же время, очевидно, что и измерения блеска звезды сравненияотягощены статистическими погрешностями, поэтому желательно использовать сглаженные значения отсчетов вместо индивидуальных. В условиях хорошего неба допустимо сглаживание отсчетов по воздушной массе или по времени. Однако чаще всего ночи не являются «фотометрическими» из-за существенной переменности коэффициента экстинкции. Для учета «мгновенных» коэффициентов экстинкции достаточно эффективен метод камерной ПЗС-фотометрии с одновременными наблюдениями звезд и фона. В программе реализован алгоритм средневзвешенной звезды сравнения. Использование этого алгоритма позволяет улучшить точность «стандартной» звезды на десятки процентов (в зависимости от яркости и количества звезд сравнения). При этом пользователь может сам решать, какие стандартные звезды он будет использовать, а какие нет.

Поиск периодичностей в программе MCV. Для поиска периодов в программе реализован один из наиболее эффективных методов поиска возможных периодических составляющих переменного сигнала: используется аппроксимация кривой блеска мультигармонической функцией степени s с дополнительным полиномиальным трендом степени p :

$$x_c(t) = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i t^i + \sum_{k=1}^s (b_k \cos k t + c_k \sin k t) \\ = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i t^i + \sum_{k=1}^s r_k \cos k (t - T_{0k}),$$

где коэффициенты определяются с помощью МНК. При периодограммном анализе реализована возможность одновременного учета и полиномиального тренда, что позволяет избавиться от систематических погрешностей, которые могут возникать при определении тренда до периодограммного анализа. Такой метод особенно эффективен при анализе кривых блеска типа «сверхгорбов», когда колебания блеска накладываются на существенный тренд. Метод также может быть рекомендован для поиска периодов астероидов, средний блеск которых изменяется от ночи к ночи.

2.5. Программное обеспечение для работы с супермассивными звездными каталогами (100 млн объектов). Над программным обеспечением для работы с супермассивными каталогами небесных объектов работают многие международные группы виртуальных обсерваторий, в первую очередь специалисты Центра астрономических данных в Страсбурге (CDS) [<http://cdsweb.u-strasbg.fr/>]. В НИИ астрономии Харьковского национального университета П. Федоровым и др. создан каталог XPM абсолютных собственных движений 314 млн звезд до 22^m [42, 43], который представляет собой независимую реализацию инерциальной системы координат.

Для оперативного совместного анализа массовых звездных каталогов («Tycho-2», UCAC2, PPMXL, XPM) авторами каталога XPM создано оригинальное программное обеспечение на основе SQL и объединенной базы данных современных астрометрических каталогов. С его помощью впервые были получены оценки поправок к постоянной лунно-солнечной прецессии по данным каталогов системы HCRF и по данным каталога XPM в диапазоне звездных величин от 10 до 22^m . В частности, разработанная программа OGMUI дает возможность в экспресс-режиме получать в рамках модели Огородникова — Милна кинематические параметры Галактики по данным каталогов общей емкостью до 1 млрд звезд.

3. НАУЧНЫЕ ПРОЕКТЫ УкрВО

3.1. Поиск, открытие, классификация и исследование переменных звезд. Исследования переменных звезд по фотографическим пластинкам проводятся уже более ста лет, тем не менее на фотопластинках все еще остается много информации, пренебрегать которой нецелесообразно. Большое значение могут иметь исследования

поведения в прошлом новооткрытых переменных звезд (вспышек, изменений периода и других характеристик). В частности, данные с фотографических пластинок можно использовать для открытия новых переменных звезд. До того как ПЗС-наблюдения широко распространились, почти все переменные звезды были открыты с помощью фотографических наблюдений, и лишь малая часть — с помощью визуальных наблюдений. Самым результативным методом поиска новых переменных звезд на фотографических пластинках долгое время являлся метод «блнк-компарирования». С появлением возможности проводить качественное сканирование фотографических пластинок стало возможным искать новые переменные звезды тем же методом, что используется для ПЗС-изображений.

Основная идея поиска по методу VaST [<http://saistud.sai.msu.ru/vast/>], разработанного Соколовским и Лебедевым (ГАИШ МГУ), состоит в том, что для всех звезд, попадающих в поле зрения ПЗС-кадра (или же фотопластинки), получают кривые блеска, по которым строится диаграмма зависимости среднего квадратичного разброса фотометрических измерений в зависимости от средней звездной величины. Основной массив точек на такой диаграмме будет представлен «непеременными» звездами (или чья кажущаяся «переменность» обусловлена точностью наблюдений), а также теми, временной масштаб переменности которых существенно больше охватываемого интервала наблюдений. Переменные же звезды стоит искать среди «выпадающих вверх» точек (рис. 2), поскольку в разброс добавляется вклад собственной переменности (если есть), а также вклад дефектов изображения — горячие пиксели, космические лучи, пылинки и т. д. Так, на основе описанного метода по кривым блеска для 3712 объектов в окрестностях магнитной катаклизмической переменной звезды CD Ind A. Головиным были открыты три новые переменные звезды [44] (рис. 2).

Достаточно успешным методом поиска новых переменных звезд, основанного на анализе зависимости стандартного отклонения оценки яркости звезды от ее средней яркости, является C-Munipack. С использованием этого программного обеспечения больше шестидесяти новых периодических переменных было обнаружено Н. Вирниной. Некоторые переменные звезды обнаружены вблизи других затменных и катаклизмических звезд: CL Aur [50], RXJ 2133 [55], TT Ari [56], AK Cnc [57].

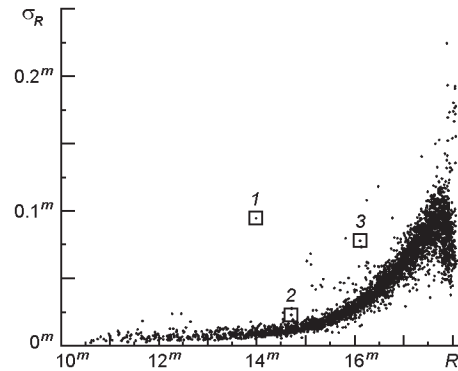
Среди работ по поиску переменных звезд на оцифрованных изображениях фотопластинок и предложенным методам отметим работы по поиску долгопериодических переменных звезд по пластинкам Зоннебергской обсерватории [58], поиску новых звезд в M31 с использованием таутенбургских шмидтовских пластинок [49], а также исследование по полуавтоматическому поиску переменных звезд в области Орh 66 по пластинкам коллекции ГАИШ МГУ, позволившее открыть 274 новые переменные звезды [52].

С помощью пластинок коллекции ГАО НАНУ и других обсерваторий, включенных в объединенный архив УкрВО, можно открывать переменные звезды с периодами от нескольких часов до нескольких лет. Архивы, которые позволяют проводить такие работы, должны обладать рядами наблюдений одного и того же участка неба. С одной стороны, единичные снимки не дают желаемого результата. С другой стороны, единичные снимки из разных архивов (при условии, что они получены в одинаковой цветовой системе на идентичных инструментах) можно объединить в единый ряд. Продолжающиеся ПЗС-наблюдения с целью открытия, классификации и последующего исследования новых переменных звезд являются источником постоянного пополнения не только списка переменных звезд (Variable Star Index [<http://aavso.org/>]), но и базы данных ОЦА УкрВО.

Использование фотографических коллекций существенно дополняет современные ПЗС-наблюдения активности звезд. Так, в КрАО с учетом архивных наблюдений ведется поиск вспышечной активности у карликовых новых, а также циклических изменений блеска у звезд с активностью солнечного типа, которые вошли во вновь созданный каталог этих объектов [11].

С использованием архива фотографических наблюдений, полученных на 7-камерном астрографе АО ОНУ (табл. 1), а также международных баз данных фран-

Рис. 2. Средний квадратичный разброс измерений в зависимости от средней звездной величины. Номера 1—3 обозначены звезды, оказавшиеся периодическими переменными [44]



цузской (AFOEV), американской (AAVSO) и японской (VSOLJ) ассоциаций наблюдателей переменных звезд, был проведен анализ средних и индивидуальных кривых блеска пульсирующих переменных звезд с использованием разработанных алгоритмов и программ [37]. По результатам изучения феноменологических параметров были предложены дополнения в классификацию полуправильных переменных звезд, отражающих их эволюционный статус [14]. В результате наблюдений группы симбиотических звезд в рамках международной кампании, организованной Л. Грич и А. Скопаль (Астрономический институт Словацкой академии наук) с использованием коллекции фотонегативов 7-камерного астрографа АО ОНУ, а также фототеки ГАИШ МГУ, удалось проанализировать изменения блеска, определить характеристики индивидуальных вспышек или пульсационных циклов, исследовать изменения среднего блеска, амплитуды и фотометрического периода для звезд из двух классов — симбиотических пульсирующих и симбиотических Новых [41].

3.2 Звездные каталоги. 3.2.1. Создание Каталога положений и собственных движений 17000 звезд в избранных площадках в зоне эклиптики. В 2009 г. проведено сканирование и обработка изображений 50 избранных фотографических пластинок размером 20 × 20 см (5 × 5°), входящих в состав стеклянного архива Николаевской АО. Полученный каталог положений и собственных движений 17000 звезд в избранных площадках в зоне эклиптики содержит звезды от 7 до 14^m звездной величины на эпоху наблюдений 1977.4 в системе ICRS (опорный каталог «Tycho 2»). Подавляющее большинство (более 13000) звезд имеет звездную величину от 11 до 13^m. При составлении каталога использовалось в среднем шесть отсканированных изображений стеклянного архива Николаевской АО на объект. Среднее стандартное отклонение одного измерения положения составляет 62 мсд (миллисекунд дуги) для прямого восхождения и 67 мсд для склонения. Средняя квадратичная погрешность ($O - C$) составила 84 мсд по обеим координатам. Внешняя оценка точности собственных движений была получена при сравнении с каталогом PPMX. Средняя квадратичная погрешность собственных движений составила около 5 мсд/год по обеим координатам. В дальнейшем планируется получение каталога положений и собственных движений более 100000 звезд вблизи галактической плоскости с использованием старых фотографических наблюдений и современных ПЗС-наблюдений из состава БД Николаевской АО с привлечением материалов БД УкрВО.

Другими научными проектами Николаевской АО с привлечением БД УкрВО является накопление ПЗС-наблюдений областей неба с избранными астероидами с целью улучшения их орбит и определения масс; наблюдения астероидов, сближающихся с Землей; наблюдения звезд в избранных участках небесной сферы с целью создания каталогов положений и собственных движений звезд; наблюдения объектов ближнего космоса (ИСЗ и космического мусора) с целью улучшения элементов их орбит и ведения каталога. Для большей части объектов (звезд, астероидов, ИСЗ) привлечение дополнительных данных других наблюдений из БД УкрВО и IVOA дает значительное увеличение точности получаемых результатов.

Полученные результаты в виде БД каталогов и БД наблюдений представлены на сайте Николаевской АО и включены в состав БД УкрВО.

3.2.2. Каталог звездных положений программы ФОН (ГАО НАНУ). Практической реализацией разработанных программ обработки изображений звездного неба в программной среде LINUX/MIDAS/ROMAFOT является каталог положений и звездных величин 1108603 звезд для 60° зоны северного неба программы ФОН [33]. Пластинки получены в течение наблюдательной кампании 1980—1998 гг. на двойном широкоугольном астрографе ГАО НАН Украины с двухкратным перекрытием в рабочей зоне 4×4 и четырехкратным перекрытием для краевых зон пластинок [12]. Экспозиция двойная, длительность первой 45—60 с, второй — 16—22 мин. По 102 пластинкам (204 кадрам) были отработаны процедуры астрометрической калибровки изображений и получен каталог 1108603 звезд.

Редукция пластинок выполнялась по каталогу «Tycho 2» полиномом третьей степени с добавленными членами зависимости от блеска. Невязки условных уравнений для всех опорных звезд усреднялись в радиусе 10—20 пкл и использовались в качестве коррекций за инструментальные ошибки сканера, после чего решение повторялось. Средние квадратичные ошибки единицы веса без совместной обработки двух сканов составляют в среднем 230 и ± 330 мсд соответственно для координат X и Y и 200 и ± 230 мсд при использовании обоих сканов. Характеристические кривые двух экспозиций, построенные по фотоэлектрическим и ПЗС-стандартам для отдельных пластинок дают представление о фотометрической точности каталога, составляющей от ± 0.19 до $\pm 0.21^m$ (B -величина). Суммарное количество всех зарегистрированных объектов на пластинках составило около 5.5 миллионов. После усреднения (отдельно для полей с четырехкратным перекрытием и полей с двукратным перекрытием) был получен каталог 1.1 млн звезд, позиционная и фотометрическая точность которого составляет ± 230 мсд и $\pm 0.18^m$ соответственно (по внешней сходимости из сравнения с PPMX и UCAC). Для звезд от 10 до 13^m точность определения координат по сканам можно сравнивать с точностью координат, полученных по измерениям на измерительной машине ПАРСЕК.

3.3. Отождествление объектов гамма-вспышек с использованием архивов УкрВО. Стеклянная библиотека КраО, будучи уникальной коллекцией наблюдений, привлекала ранее, и в дальнейшем будет привлекать внимание при решении различных астрофизических задач. Одним из первых направлений использования архивных негативов КраО стал анализ областей, в которых были зарегистрированы вспышки гамма-излучения (ГВ). Так, для 29 гамма-вспышек, зарегистрированных в экспериментах WATCH/GRANAT и BATSE/CGRO, имевших области локализации менее одного градуса, производился поиск пекулярных объектов [48]. Анализ 71 негатива из коллекции КраО для 15 областей не выявил объектов с переменностью более 0.5^m . Данная работа, направленная на изучение других областей локализации ГВ с целью поиска объектов с долговременной переменностью, продолжается.

Сегодня результаты регулярных наблюдений гамма-вспышек с космических аппаратов публикуются в циркулярах GCN Circulars и передаются обсерваториям для регистрации и выявления ГВ современными наземными методами, а также для изучения любых объектов на участках неба вокруг ГВ. Последняя задача может решаться и с привлечением данных оцифрованных фотографических или ПЗС-архивов. Для этого в ГАО НАН Украины по публикациям GCN Circulars отбираются объекты, которые потенциально могут появиться на пластинках архива (точность наблюдений в пределах 0.3 — 7.5 , звездные величины в диапазоне 14^m — 9^m). Для поиска используются оцифрованные пластинки двойного широкоугольного астрографа ГАО НАН Украины ($D/F = 40/2000$, $M = 103$ /мм, поле 8×8), на которых выбираются участки радиусом несколько десятков минут и отождествляются все объекты, попадающие на этот участок. Так, анализ координат 67 ГВ, произошедших в 2010 г., выявил для части площадок яркие объекты, координаты которых не совпадают с указанными для ГВ, и отсутствующие в известных звездных каталогах. Изучение этих объектов выполняется с привлечением других наблюдательных средств, а также составляется каталог объектов в площадках вокруг ГВ [45—47].

3.4. Исследования активных ядер галактик на основе архивов наблюдений КраО и данных космических миссий. Одним из примеров совместного использования архива многолетних оптических наблюдений КраО (табл. 2) и баз данных космических миссий может служить поиск и исследование корреляции переменности потоков излучения активных ядер галактик (АЯГ) в оптическом и рентгеновском диапазонах для определения параметров механизма переизлучения, которые происходят в системе «аккреционный диск — центральная черная дыра». В работе [29] была исследована выборка галактик Сейферта NGC 5548, NGC 7469, NGC 3227, NGC 4051, NGC 4151, Mrk 509, Mrk 79, Ark 564, для которых был накоплен большой массив фотометрических данных (1998—2008 гг.) в оптическом диапазоне по наблюдениям на 70-см телескопе АЗТ-8 КраО. Вместе с этими данными использовался архив спектральных наблюдений этих объектов, полученный на 2.6-м телескопе ЗТШ в КраО. Для решения задачи поиска корреляции переизлучения части потока рентгеновского диапазона в оптическом и связи между характеристиками кривых блеска этих АЯГ была использована база данных кривых блеска, полученных с космического аппарата RXTE [<http://heasarc.nasa.gov/db-perl/W3Browse/w3browse.pl>]. С использованием метода интерполяционной кросс-корреляционной функции, основанном на линейной интерполяции кривых блеска при смещении на величину времени запаздывания, и метода эхо-картографии для определения пространственного расположения областей АЯГ, излучающих в разных диапазонах электромагнитного спектра, были получены новые результаты. Так, впервые для галактик NGC 5548 и NGC 4051 было измерено время запаздывания изменений потока излучения в оптическом диапазоне относительно рентгеновского диапазона: $28^{3.7}_{1.0}$ сут для NGC 5548 и $21^{3.9}_{0.4}$ сут для NGC 4051 с достоверностью на уровне 97 и 98 % соответственно. Этот результат указывает на переизлучение части потока рентгеновского диапазона в оптическом (эффект Комптона) и свидетельствует в пользу теории, согласно которой проявления единого физического процесса активности ядра галактики наблюдаются в разных областях АЯГ, а именно, излучение в оптическом диапазоне создается в аккреционном диске, а в рентгеновском — в области, которая расположена над центральной черной дырой (ЧД).

Использование архива многолетних спектральных наблюдений галактик Сейферта 1E 0754+3928, полученных в КраО в 1998—2004 гг. на 2.6-м телескопе ЗТШ при помощи спектрографа, установленного в фокусе Несмита, позволило оценить амплитуду переменности ядра этой галактики в континууме $F(510 \text{ нм})$ и в линии H γ , а также впервые определить массу центральной ЧД $M = (1.05 \pm 0.28) 10^8 M_{\odot}$ и светимость $L_{510} = 7.2 10^{37}$ Дж/с (в системе отсчета, связанной с наблюдателем) [26]. Результат подтверждается тем, что положение галактики 1E 0754+3928 хорошо согласуется с положением других галактик типа NLS1 (за исключением NGC 4051) на диаграмме «масса ЧД — светимость».

3.5. Исследование солнечных вспышек и активных областей на основе спектральных наблюдений. Одним из основных направлений в работе гелиофизиков в 1960—1970 гг. было спектральное исследование вспышек. В те времена вспышки считались чисто хромосферными, поскольку их проявления наиболее заметны в хромосферных спектральных линиях. Поэтому усилия исследователей были сосредоточены на изучении изменений физического состояния в области хромосферы в течение вспышек. С целью изучения роли фотосферы во вспышечных процессах с 1976 г. совместными усилиями сотрудников ГАО НАН Украины и Астрономической обсерватории Киевского национального университета были начаты спектральные фотографические наблюдения активных областей и вспышек. Они велись на солнечных горизонтальных телескопах ГАО НАН Украины АЦУ-5 (Киев) и АЦУ-26 (Приэльбрусье, пик Терскол, высота над уровнем моря 3100 м) на протяжении нескольких циклов солнечной активности (с 1976 по 1990 гг.). На сегодня в архиве солнечных спектрограмм ГАО НАН Украины содержится около 1500 фотопластинок WP1, WP3 и WO3 фирмы ORWO со спектрами активных образований (вспышек разной мощности, факелов, флоккул, хромосферных выбросов и пятен). На каждой фотопластинке — по восемь спектров высотой 1 см, каждый

спектр включает участок шириной 10 нм. Спектры получены в разных длинах волн: 490, 520, 540, 590, 610, 630, 650 нм. Фотографирование спектров сопровождалось одновременным фотографированием на киноплёнку или съёмкой на видеокамеру изображений Солнца, полученных с помощью интерференционно-поляризационного H-фильтра Halle.

Фотометрия спектрограмм выполняется с помощью уникального двухкоординатного автоматического измерительного комплекса, созданного В. Г. Парусимовым. Комплекс позволяет получить высококачественные записи спектров в цифровом виде, которые затем вместе с разработанным программным обеспечением обработки спектров используются для исследований Солнца.

Накопленный с 1976 по 1990 гг. архив спектрограмм Солнца, вместе с данными новых наблюдений, позволяет решать следующие задачи:

- изучение изменений физического состояния фотосферы и хромосферы на разных стадиях развития вспышек разной мощности. Построение полумпирических моделей фотосферы и хромосферы. Исследование связи вспышечных процессов в фотосфере, хромосфере и короне Солнца. Изучение гомологических вспышек;
- изучение состояния фотосферы и хромосферы перед вспышками, что способствует разработке физических методов прогноза космической погоды;
- зарождение активных областей на Солнце;
- морфологические исследования развития активных областей и вспышек;
- исследования физических условий в факелах, флоккулах, хромосферных выбросах, пятнах и порах в разных циклах активности Солнца;
- сопоставление наблюдательных данных с теоретическими моделями активных образований и усовершенствование моделей.

Так, уже самые первые результаты работы показали, что во время солнечных вспышек фотосфера находится в возмущённом состоянии. В одной из первых работ при анализе спектрограмм, полученных с помощью спектрографа горизонтального солнечного телескопа АЦУ-5, были выявлены значительные изменения фотосферных линий, свидетельствующие о различиях физического состояния фотосферы во время вспышек и в их отсутствие [2]. Дальнейшие исследования на основе полученного спектрального наблюдательного материала позволили обнаружить изменения термодинамических параметров в самых нижних слоях фотосферы активных областей, которые начинались за несколько часов перед вспышками разных баллов и резко увеличивались за полчаса до их начала [34]. Позже в работе [3] было показано, что во время вспышек возмущение постепенно распространяется из верхней атмосферы Солнца в фотосферу и охватывает ее самые нижние слои.

В настоящее время архив данных спектральных наблюдений вспышек активно используется сотрудниками отдела физики Солнца ГАО НАН Украины для решения вышеназванных задач гелиофизики.

3.6. Открытие новых малых тел Солнечной системы при помощи программного обеспечения CoLiTec. Проверка работоспособности программы CoLiTec [19—21] проводилась на базе Андрушевской астрономической обсерватории (с. Андрушевка, Житомирская область) при помощи телескопа фирмы Карл Цейс с диаметром зеркала 60 см, оснащенного ПЗС-камерой FLI PL09000), и на базе российской дистанционно управляемой обсерватории ISON-NM1 [<http://spaceobs.org/ru>], расположенной в штате Нью-Мексико (США) (астрограф Astroworks Centurion-18 с диаметром зеркала 45 см, оснащённом ПЗС-камерой FLI ML09000-65).

В мае 2010 г. сотрудниками Андрушевской АО впервые в постсоветских странах астероид был открыт в автоматическом режиме. В дальнейшем ходе тестирования программы с мая по декабрь 2010 г. в Андрушевской АО было открыто 25 астероидов (MPC 70135 — 70574; MPC 71009 — 71492; MPC 71493 — 71888; MPC 71889 — 72344; MPC 72345 — 72992; MPC 72993 — 73612; MPS 366899 — 368492).

Применение программы в обсерватории ISON-NM значительно увеличило количество наблюдаемых астероидов и наблюдений по ним, позволив обсерватории войти в топ-десятку обсерваторий по количеству наблюдений астероидов и стать в декабре 2010 г. самой «наблюдающей» любительской обсерваторией мира [<http://>

spaceobs.org/ru/2011/01/13/polgoda-obzornoj-programme-ison-nm/]. Так, за полтора месяца опытной эксплуатации программы CoLiTec с 27 ноября 2010 г. по 13 января 2011 г. было открыто 140 астероидов [<http://lfvn.astronomer.ru/forum/ndex.php?topic=628.msg14976#msg14976>]. В ночь на 3 января 2011 г. с помощью CoLiTec было открыто 39 астероидов, что является абсолютным рекордом данной обсерватории, в эту ночь с использованием CoLiTec наблюдателем ISON-NM было произведено 3868 наблюдений 967 астероидов, что также является абсолютным рекордом данной обсерватории [<http://spaceobs.org/en/2010/12/13/c2010-x1-elenin-wj08b04>].

10 декабря 2010 г. с использованием программы CoLiTec Л. Елениным на ISON-NM была открыта комета C/2010 X1 (Elenin) (IAU Electronic Telegram N 2584, CBAT, 2010; MPEC 2010-X101: COMET C/2010 X1 (ELENIN)) и COMET P/2011 N01.

В Национальном центре управления и испытаний космических средств (Евпатория, Украина) с использованием 70-см телескопа АЗТ-8, оснащенного ПЗС-камерой FLI PL09000 (размер кадра при съемке с одинарным бинированием 1528 × 1528 пкл), с использованием программного обеспечения CoLiTec в 2010 г. было проведено 1640 измерений 142 астероидов (в 2009 г. — 667 измерений четырех астероидов). Эта программа используется также в наблюдениях и каталогизации космического мусора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе представлен обзор наиболее важных составляющих национального проекта УкрВО, который активно развивается в Украине в последние годы.

Одной из главных задач УкрВО является создание объединенного цифрового архива наблюдательных данных, полученных в обсерваториях Украины с 1890-х гг., где особый интерес представляют коллекции астронегативов. Важность создания ОЦА астронегативов обусловлена как его значительной наукоемкостью, так и трудоемкостью его создания и администрирования (больше 200 тыс. пластинок) в стандартах IVOA. Объединенный цифровой архив астрономических наблюдений позволит отформатировать согласно общим стандартам локальные архивы данных обсерваторий Украины, характеризующийся существенной гетерогенностью и различным состоянием их готовности к включению в объединенный архив. Выполнение этой задачи требует создания ВО-ориентированного программного обеспечения. С этой целью в рамках УкрВО выполняется масштабная программная верификация содержимого и целостности объединенной базы данных, для чего введена в действие вторая версия пакета программного обеспечения DBGPA V2.0, предоставляющего удобные средства удаленной работы с оцифрованными архивами фотографических пластинок, находящимися в открытом доступе. Для рациональной организации работы с ОЦА арсенал средств визуализации был расширен программными разработками на платформе JAVA и Flash ActionScript, которые позволяют не просто предоставить гибкие инструменты просмотра изображений с различными степенями масштабирования, но и «на лету» преобразовывать графические форматы изображений и выполнять с ними различные операции. Поскольку данные ОЦА УкрВО стандартизированы, то доступ к ним может быть реализован через различные интерфейсы и приложения, разработанные отдельными обсерваториями. В частности, объединенные данные архивов ГАО НАН Украины, Николаевской АО и Львовской АО доступны через интерфейсы двух разных баз данных. Единство форматов и стандартов IVOA позволит применять ВО-инструментарий, такой как ALADIN, VO-Spec и др. не только для локальных архивов, но и для ОЦА в целом. Так, интеграция сервера Николаевской АО с веб-интерфейсом программы ALADIN позволяет работать с архивом как собственными программными инструментами, так и средствами ВО.

Применение ВО-инструментов требует соответствия форматов изображений стандартам IVOA, что вызывает необходимость фотометрической и астрометрической

кой калибровки астронегативов. Для этого в ГАО НАН Украины на основе пакета LINUX/MIDAS/ROMAFOT было разработано программное обеспечение для обработки цифровых изображений больших размеров с высокой точностью. С его помощью, например, в ГАО НАН Украины решается задача распространения звездного каталога FONAC на более слабые объекты, а в Николаевской АО ведется обработка наблюдательного архива для получения каталога положений и собственных движений более 100000 звезд вблизи галактической плоскости.

Среди перспективных направлений создания инструментария УкрВО разработка средств автоматической регистрации движущихся небесных объектов на фоне звездного неба с последующей визуальной проверкой полученных результатов. Так, разработанная в ХНУРЕ программа CoLiTeс позволяет значительно увеличить количество регистрируемых малых тел Солнечной системы и открывать новые. С ее помощью только в 2010 г. было открыто несколько десятков астероидов на телескопах Украины и США, а в обсерватории ISON-NM открыты кометы C/2010 X1 (Elenin) и P/2011 N 01.

Кроме этих задач, в статье представлены научные проекты, использующие локальные архивы УкрВО, среди которых исследования и открытия переменных звезд, поиск оптических аналогов гамма-вспышек и изучение объектов в звездных полях вокруг них, анализ продолжительных рядов наблюдений активных ядер галактик, исследование солнечных вспышек и активных областей на Солнце на основе архивов спектральных наблюдений.

Следует отметить, что при общей масштабности решаемых научных задач разрабатываемые программно-математические комплексы в основном остаются узкоспециализированными, и пока слабо ориентированы на стандарты и форматы виртуальной обсерватории. Это требует самого пристального внимания Консорциума УкрВО [10], поскольку от уровня программной реализации ВО-инструментария зависит успех проекта УкрВО в целом.

Работа выполнена в рамках проектов «Создание базы данных астронегативов УкрВО» (2010 г.) и «Создание цифрового архива УкрВО» (2011 г.) Украинской астрономической ассоциации как часть Целевой программы научных исследований Отделения физики и астрономии НАН Украины «Определение кинематических параметров объектов Вселенной в международной системе координат», за что авторы выражают свою благодарность руководителю программы Я. С. Яцкиву. Авторы признательны С. Г. Кравчуку за ценные замечания к рукописи статьи.

1. Абраменко А. Н., Агапов Е. С., Анисимов В. Ф. и др. Телевизионная астрономия. 2-е изд., перераб. и дополн. — М.: Наука, 1983. — 272 с.
2. Аликаева К. В., Ганджа С. И., Кондрашова Н. Н., Полуван П. Н. Изменения фраунгоферова спектра солнечных активных областей в связи со вспышками // Астрометрия и астрофизика.—1980.— Вып. 42.—С. 3—13.
3. Аликаева К. В., Кондрашова Н. Н. Возмущение фотосферы в процессе развития солнечной двухленточной вспышки // Кинематика и физика небес. тел.—2006.—22, № 3.—С. 163—172.
4. Андронов И. Л., Бакланов А. В. Алгоритм штучної зірки порівняння для ПЗЗ фотометрії // Вісник астрономічної школи.—2004.—5, № 1/2.—С. 264—272.
5. Андрук В. Н., Иванов Г. А., Погорельцев М. Т., Яценко А. И. Об использовании сканера для определения координат и фотометрии звезд на пластинках программы ФОН // Кинематика и физика небес. тел.—2005.—21, № 5.—С. 396—400.
6. Андрук В., Пакуляк Л. Дослідження можливості використання сканерів MICROTEK для фотометрії зір // Журн. фіз. досліджень.—2007.—11, № 3.—С. 1—5.
7. Андрук В. М., Бутенко Г. З., Яценко А. І. Фотометрія платівок, оцифрованих сканером Microtek ScanMaker 9800XL TMA // Кинематика и физика небес. тел.—2010.—26, № 3.—С. 75—81.
8. Бондарь Н. И., Шляпников А. А. Фотографическая коллекция площадок Г. А. Шайна, её цифровая версия и перспективы использования // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.—2009.—104, № 6.—С. 193—198.
9. 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—70.
10. Вавилова И. Б., Пакуляк Л. К., Процюк Ю. И. и др. Украинская виртуальная обсерватория (УкрВО): современное состояние и перспективы развития объединенного архива наблюдательных данных // Космічна наука і технологія.—2011.—17, № 4.—С. 88—105.

11. Гериберг Р. Е., Тербиж А. В., Шляпников А. А. Звёзды с активностью солнечного типа: каталог GTSh10 // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.—2010.—**106**.—С. 1—12.
12. Головня В., Андрук В., Яценко А. Астрометрия плативок ПША, оцифрованных сканером Microtek ScanMaker 9800XL TMA // Журн. фіз. досліджень.—2010.—**14**, № 2.—С. 1—7.
13. Єпішев В. П., Мотрунич І. І., Галас Т. Ю. и др. Новый каталог положень ШСЗ // Кинематика и физика небес. тел.—1998.—**14**, № 6.—С. 519.
14. Кудашкина Л. С. Долгопериодические переменные звезды // Кинематика и физика небес. тел.—2003.—**19**, № 3.—С. 193—233.
15. Патент на корисну модель № 39687. Україна. Спосіб ідентифікації зірок оптичними засобами контролю космічного простору / О. М. Богдановський, С. Е. Ломоносов, В. Є. Саваневич, О. Б. Брюховецький. — Опубл. 10.03.2009, Бюл. № 5.
16. Патент на винахід № 80712. Україна. Спосіб виявлення рухомих об'єктів / В. Е. Саваневич, В. П. Деденко, А. В. Шульга. Опубл. 25.10.2007, Бюл. № 17.
17. Полосухина Н. С., Маланушенко В. П., Галкина Т. С., Яворская Н. И. Научный архив спектрограмм Крымской астрофизической обсерватории // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.—1998.—**94**.—С. 273—275.
18. Проник И. И. Послевоенный работы Г. А. Шайна и его сотрудников по межзвездной среде и строению Галактики // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории. 1998. **94**. С. 14—22.
19. Саваневич В. Е., Брюховецький А. Б., Кожухов А. М., Диков Е. Н. Оценка координат астероида на дискретном изображении // Радиотехника.—2010.—Вып. 162.—С. 78—86.
20. Саваневич В. Е., Брюховецький А. Б., Кожухов А. М., Диков Е. Н. Оценка экваториальных координат астероида по оценкам его координат на ПЗС-кадре // Системи обробки інформації: Зб. наук. пр. — Харків: ХУПС, 2010.—Вип. 6 (87).—С. 172—179.
21. Саваневич В. Е., Кожухов А. М., Брюховецький А. Б., Власенко В. П. Оценка блеска астероида по амплитуде его сигнала на ПЗС-кадре // Системи управління навігації та зв'язку: Зб. наук. пр. — Київ: ЦНДІ НіУ, 2010.—Вип. 3 (15).—С. 46—50.
22. Свід. про реєстр. авт. права № 13030. Україна. Пакет комп'ютерних програм «Пакет універсальний мультипрограми астрометричний» («П.У.М.А.») / Ю. І. Процюк. — Принято 12.05.05.
23. Свід. про реєстр. авт. права № 19902. Україна. Збірка комп'ютерних програм «Пакет програм для пошуку та візуалізації оброблених астрометричних спостережень» / Ю. І. Процюк, В. В. Мухін, К. В. Ольгін. — Принято 16.03.07.
24. Свід. про реєстр. авт. права № 20183. Україна. Програмний продукт «Система пошуку даних про спостереження Миколаївської астрономічної обсерваторії» / О. Е. Мажаев, Ю. І. Процюк, А. О. Шульга. — Принято 13.04.07.
25. Свід. про реєстр. авт. права № 36222. Україна. Програмний продукт «Система ведення інформаційної бази архіву фотопластинок НДІ МАО» / О. Е. Ковілянська, Л. О. Гудкова. — Принято 22.12.10.
26. Сергеев С. Г., Климанов С. А., Чеснок Н. Г., Проник В. И. Оптическая переменность активного ядра галактики 1E 0754+3928 и оценка массы центральной черной дыры методом эхокартирования // Письма в Астрон. журн.—2007.—**33**, № 7.—С. 483—491.
27. Черных Н. С. Изучение малых планет в Крыму: от Шайнов до наших дней // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.—1995.—**90**.—С. 27—33.
28. Черных Н. С., Черных Л. И. Основные итоги крымского фотографического обзора малых планет // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.—2002.—**98**.—С. 98—108.
29. Чеснок Н. Г., Сергеев С. Г., Вавилова І. Б. Оптична та рентгенівська змінність галактик Сейферта NGC 5548, NGC 7469, NGC 3227, NGC 4051, NGC 4151, Mrk 509, Mrk 79, Akn 564 та квазара 1E 0754 // Кинематика и физика небес. тел.—2009.—**25**, № 2.—С. 150—160.
30. Шайн Г. А., Газе В. Ф. Атлас диффузных газовых туманностей. — М.: АН СССР, Крым. астрофиз. обсерватория, 1952.
31. Шляпников А. А. Сравнение фотометрических данных из каталогов КрАО и VizieR // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.—2007.—**103**, № 1.—С. 135—141.
32. Шляпников А. А. Проект «ЛАДАН»: концепция локального архива данных наблюдений НИИ «КрАО» // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.—2007.—**103**, № 1.—С. 142—153.
33. Яценко А. И., Андрук В. Н., Головня В. В. и др. Результаты сканирования снимков 60-й зоны программы ФОН – методика редукции измерений, характеристика выходного каталога // Кинематика и физика небес. тел.—2011.—**27**, № 5.—С. 49—59.
34. Alikaeva K. V., Kondrashova N. N., Redyuk T. I., Rudnikova E. G. Lower photosphere in solar active regions prior to flares and without flares. II. Physical conditions // Kinematics and Phys. Celestial Bodies.—1993.—**9**, N 2.—P. 50—60.
35. Andronov I. L. Multi-frequency variations of stars. Some methods and results // Odessa Astron. Publ.—1994.—**7**.—P. 49—53.
36. Andronov I. L. «Observation Obscurer» — Time series viewer, editor and processor // Odessa Astron. Publ.—2001.—**14**.—P. 255—158.
37. Andronov I. L. Multiperiodic versus noise variations: mathematical methods // Interplay of Periodic, Cyclic and Stochastic Variability in Selected Areas of the H-R Diagram / Ed. C. Sterken, ASP Conf. Ser. 292. — San Francisco: Astron. Soc. Pacif.—2003.—P. 391—400.
38. Андрук В. М., Вид'маченко А. П., Івашченко Ю. М. Processing of CCD images of star fields without the frame of a flat field using new software in program shell of MIDAS/ROMAFOT // Kinematics and Phys. Celestial Bodies. Suppl.—2005.—N 5.—P. 544—550.
39. Breus V. V. Computer Program “Variable Stars Calculator” (VSCALC) // Odessa Astron. Publ.—2003.—

- 16.—P. 24—26.
40. *Breus V. V.* Programs for data reduction and optimization of the system work // *Odessa Astron. Publ.*—2007.—**20**, Part 1.—P. 32—35.
41. *Chinarova L. L.* Photographic brightness variations of the symbiotic stars UV Aur, TX CVn, V1016 Cyg and V1329 Cyg // *Astron. and Astrophys. Trans.*—1996.—**9**, N 2.—P. 103—109.
42. *Fedorov P. N., Myznikov A. A., Akhmetov V. S.* The XPM Catalogue: absolute proper motions of 280 million stars // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—2009.—**393**, N 1.—P. 133—138.
43. *Fedorov P. N., Akhmetov V. S., Bobylev V. V., Bajkova A. T.* The investigation of absolute proper motions of the XPM Catalogue // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—2010.—**406**, N 3.—P. 1734—1744.
44. *Golovin A., Sokolovsky K., Virnina N., Santiago J. L.* Three new variable stars in Indus // *Open Eur. J. Variable Stars.*—2009.—**111**.—P. 1—9.
45. *Golovnya V. V., Kizyun L. N.* GRB 090111, the review of the sky area in plate archives (1976—1996) // *GCN Circulars Archive.*—2010.—11385.
46. *Golovnya V. V., Kizyun L. N., Pakuliak L. K.* GRB 090113, the review of the sky area in plate archives // *GCN Circulars Archive.*—2010.—11393.
47. *Golovnya V. V., Pakuliak L. K.* GRB 101030A // *GCN Circulars Archive.*—2010.—11435.
48. *Guziy S. S., Salykin A. V., Shlyapnikov A. A.* A search for optical transients in GRB error boxes provided by watch and BATSE // *Astrophys. Lett. and Communs.*—1999.—**39**.—P. 273—276.
49. *Henze M., Meusinger H., Pietsch W.* A systematic search for novae in M 31 on a large set of digitized archival Schmidt plates // *Astron. and Astrophys.*—2008.—**477**, N 1.—P. 67—78.
50. *Kim Chun-Hwey, Lee Jae Woo, Kim Duck Hyun, Andronov I. L.* Four new variable stars near CL Aurigae // *Open Eur. J. Variable Stars.*—2010.—**126**.—P. 1—5.
51. *Kislyuk V., Yatsenko A., Ivanov G., et al.* The FON Astrographic catalogue (FONAC): Version 1.0 // *JOURNEES 1999 “Systemes de reference spatio-temporels” and IX Lohrmann-Kolloquium, Dresden, Germany, 13-15 September 1999 / Eds M. Soffel, N. Capitaine.* — Paris: Observatoire de Paris, 2000.—P. 61.
52. *Kolesnikova D. M., Sat L. A., Sokolovsky K. V., et al.* New variable stars on digitized Moscow collection plates. Field 66 Ophiuchi (Northern half) // *Acta Astron.*—2008.—**58**.—P. 279—298.
53. *Martynov M., Protsyuk Yu., Andruk V.* First results of data reduction of Nikolaev photoplate archive // *Methods and instruments in Astronomy: from Galileo telescopes to space projects. Abstract book of the International workshop.* — Mykolaiv, 2010.—P. 44.
54. *Vavilova I. B.* National Virtual Observatory (UkrVO). Conception // *Methods and instruments in Astronomy: from Galileo telescopes to space projects. Abstract book of the International workshop.* — Mykolaiv, 2010.—P. 70—74 (<http://ukr-vo.org>).
55. *Virnina N. A., Andronov I. L., Dubovsky P. A., Kudzej I.* Two new eclipsing variable stars in the field of RXJ2133 // *Open Eur. J. Variable Stars.*—2010.—**119**.—P. 1—5.
56. *Virnina N. A.* Three new variable stars near TT Ari // *Open Eur. J. Variable Stars.*—2010.—**124**.—P. 1—7.
57. *Virnina N. A.* Two new EW-type eclipsing variables near AK Cnc // *Open Eur. J. Variable Stars.*—2010.—**132**.—P. 1—5.
58. *Vogt N., Kröll P., Splittgerber E.* A photometric pilot study on Sonneberg archival patrol plates. How many “constant” stars are in fact long-term variables? // *Astron. and Astrophys.*—2004.—**428**.—P. 925—934.

Поступила в редакцию 24.06.11