

УДК 520.8 + 521.9 + 52-17:52-14:52-323.2:52-325.2

**Ю. И. Процюк¹, М. В. Мартынов¹, А. Э. Мажаев¹,
О. Э. Ковылянская¹, С. В. Процюк¹, В. Н. Андрук²**

¹Научно-исследовательский институт «Николаевская астрономическая обсерватория»
Госинформнауки Украины
ул. Обсерваторная 1, Николаев, 54030
yuri@mao.nikolaev.ua

²Главная астрономическая обсерватория Национальной академии наук Украины
ул. Академика Заболотного 27, Киев, 03680
andruk@mao.kiev.ua

Создание каталогов координат и собственных движений звёзд с использованием совместной обработки архивных фотографических и современных ПЗС-наблюдений

В Научно-исследовательском институте «Николаевская астрономическая обсерватория» (НАО) создан каталог положений и собственных движений звёзд в площадках вокруг рассеянных скоплений (РС) с использованием фотографических наблюдений XX века (получены на зонном астрографе НАО, $D = 11.6$ см, $F = 2.04$ м) и современных ПЗС-наблюдений (телескоп «Мобител» НАО, $D = 50$ см, $F = 3$ м, ПЗС-камера Alta U9000, 3056 3056). Разность эпох составляет около 30 лет. Первичная обработка фотографических изображений проводилась в пакете MIDAS/ROMAFOT, ПЗС-наблюдений — программой Astrometrica, редукция и сведение каталогов выполнены авторскими программами. Получен фотографический каталог (около 900 тыс. звёзд $8-16^m$, J1981.6) и ПЗС-каталог (780 тыс. звёзд $9-17^m$, J2012.2). С их использованием создан каталог положений, собственных движений и звёздных величин около 700 тыс. звёзд до 17^m . Погрешность каталожного положения по обеим координатам составила от 20 мсд для звёзд $8-13^m$ до 40 мсд для звёзд $14-17^m$. Средняя квадратичная погрешность собственных движений составила около 5 мсд/год по обеим координатам. Сделана оценка звёздных величин. Оценка СКП звёздных величин, полученных в системе «Тучо-2», составила 0.04^m . Каталоги размещены на сайте НАО.

© Ю. И. ПРОЦЮК, М. В. МАРТЫНОВ, А. Э. МАЖАЕВ, О. Э. КОВЫЛЯНСКАЯ,
С. В. ПРОЦЮК, В. Н. АНДРУК, 2014

СТВОРЕННЯ КАТАЛОГІВ КООРДИНАТ І ВЛАСНИХ РУХІВ ЗІР З ВИКОРИСТАННЯМ СПІЛЬНОЇ ОБРОБКИ АРХІВНИХ ФОТОГРАФІЧНИХ ТА СУЧАСНИХ ПЗЗ-СПОСТЕРЕЖЕНЬ. Процюк Ю. І., Мартинов М. В., Мажасєв О. Е., Ковилянська О. Е., Процюк С. В., Андрук В. М. — У Науково-дослідному інституті «Миколаївська астрономічна обсерваторія» (МАО) створено каталог положень і власних рухів зір у площадках навколо розсіяних скупчень (РС) з використанням фотографічних спостережень ХХ століття (одержані на зонному астрографі МАО, $D = 11.6$ см, $F = 2.04$ м) і сучасних ПЗЗ-спостережень (телескоп «Мобітел» МАО, $D = 50$ см, $F = 3$ м, ПЗЗ-камера Alta U9000, 3056 3056). Різниця епох складає близько 30 років. Первинна обробка фотографічних зображень провадилася у пакеті MIDAS/ROMAFOT, ПЗЗ-спостережень — програмою Astrometrica, редукція і зведення каталогів виконані авторськими програмами. Отримано фотографічний каталог (бл. 900 тис. зір $8-16^m$, J1981.6) і ПЗЗ-каталог (бл. 780 тис. зір $9-17^m$, J2012.2). З їхнім використанням створено каталог положень, власних рухів і зоряних величин близько 700 тис. зір до 17^m . Похибка каталожного положення по обох координатах склала від 20 мсд для зір $8-13^m$ до 40 мсд для зір $14-17^m$. Середня квадратична похибка (СКП) власних рухів склала близько 5 мсд/рік по обох координатах. Зроблено оцінку зоряних величин. Оцінка СКП зоряних величин, отриманих в системі «Tycho-2», склала 0.04^m . Каталоги розміщено на сайті МАО.

COMPILATION OF CATALOGUES OF STAR COORDINATES AND PROPER MOTIONS USING CO-PROCESSING OF ARCHIVAL PHOTOGRAPHIC AND MODERN CCD OBSERVATIONS, by Protsyuk Yu. I., Martynov M. V., Mazhaev A. E., Kovylianska O. E., Protsyuk S. V., Andruk V. N. — A catalogue of star positions and proper motions in the areas around galactic open clusters was compiled at the Research Institute “Nikolaev Astronomical Observatory” (NAO). To create the catalogue, photographic observations obtained in the 20th century with the Zone Astrograph of the NAO ($D = 11.6$ cm, $F = 2.04$ m) and modern CCD observations obtained with the Mobitel telescope of the NAO ($D = 50$ cm, $F = 3$ m, the Alta U9000 3056 3056 CCD camera) were used. The difference between two epochs is about 30 years. The initial processing of photographic images was carried out with the MIDAS/ROMAFOT package. CCD observations were processed with the use of Astrometrica software. The final data reduction and catalogue compilation were made using our own software. A catalogue of the first epoch (J1981.6) was compiled for about 900 thousand stars from 8^m to 16^m . A catalogue of the second epoch (J2012.2) was created for about 780 thousand stars from 9^m to 17^m . Using these two catalogues, a catalogue of positions, proper motions and magnitudes was compiled for about 700 thousand stars down to 17^m . The accuracy of catalogue positions for both coordinates is ranged from 20 mas for the stars of $8-13^m$ to 40 mas for the stars of $14-17^m$. The standard deviation

tion of proper motions is about 5 mas/year for both coordinates. The standard deviation of photometric data is 0.04^m in the Tycho 2 system. The catalogues were placed on the NAO site.

ВВЕДЕНИЕ

Количество рассеянных скоплений (РС) оценивается величиной порядка 100000, но только примерно 2500 из них были ранее идентифицированы и только около 1000 изучены более подробно. За последнее десятилетие открыты сотни новых РС, а количество кандидатов насчитывает тысячи [10, 15, 16]. Однако еще много РС изучено недостаточно. В частности, достоверно не известны точные расстояния и средние собственные движения примерно для половины всех известных РС. Ниже описаны наши методики и способы решения задач по созданию каталогов положений и собственных движений звёзд в площадках с выбранными РС. Использовались собственные наблюдения, астрономические базы данных и поисковые системы. При реализации этого проекта развивались три направления. Первое — это ПЗС-наблюдения и сканирование астронегативов из архива стеклянной библиотеки НИИ «Николаевская астрономическая обсерватория» Госинформнауки Украины (НАО); второе — стандартизация форматов данных, методик и программного обеспечения для обработки наблюдений, их хранения, поиска и анализа; третье — повышение производительности труда астрономов с применением современных средств регистрации и обработки данных с использованием информационных технологий. Информация об использованных наблюдениях размещена в базах данных на сайтах НАО и УкрВО [3, 4, 19]. Базы данных НАО включены в международные архивы астрономических данных для общего доступа.

НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

Для создания списка участков неба был использован каталог рассеянных скоплений New Catalog of Optically Visible Open Clusters and Candidates [9] с текущими обновлениями. С помощью созданной программы был сделан перекрестный поиск в каталоге и базе данных фотографического архива НАО [6] всех пластинок, имеющих изображения РС диаметром больше 3 на небесной сфере в диапазоне $\pm 15^\circ$ от галактической плоскости. Всего из фотографического архива НАО [3, 4, 19] было выбрано 354 кандидата для соответствующих участков неба. После этого был проведен визуальный просмотр фотографических пластинок с помощью нашей базы данных preview изображений [5, 21]. Был создан окончательный список из 200 участков неба и отобраны соответствующие им астронегативы из архива НАО. Часть плас-

тинок (84 штуки) имеют размер 20 × 20 см, остальные — 24 × 24 см. Все пластинки имеют по несколько экспозиций (в основном по две) разной длительности, каждая со сдвигом в системе координат (СК) астро-негативов, самые длительные экспозиции имеют значения от 15 до 25 мин. Все пластинки включают изображения части небесной сферы размером по ширине $= 5^\circ / \cos(\delta)$ и высоте $= 5^\circ$.

Для проведения исследований и определения координат звёзд фотопластинка очищалась от надписей, сделанных на стеклянной стороне. Сканирование выполнялось на сканере Epson Perfection V750 Pro [<http://epson.ua/catalog/scanners/epson-perfection-v750-pro/?page=characteristics>] с разрешением 1200 dpi и сохранением в FITS-формате. Получено 2100 оцифрованных изображений 210 выбранных фотопластинок. Каждая пластинка сканировалась сериями по пять раз с ориентацией экваториальных координат 0° и 90° относительно прямоугольной СК сканера (положение пластинки 0° и 90°). Сканирование проводилось с использованием базового программного обеспечения, которое поставлялось в комплекте со сканером. Кроме того, использовалась программа Scansoft [9] для обеспечения записи изображения в FITS-формате.

После ввода в эксплуатацию в НАО телескопа «Мобител» с объективом системы Максудова ($D = 50$ см, $F = 3$ м) и ПЗС-камерой Alta U9000 (3056 × 3056, поле зрения 42.6° × 42.6°, размер пиксела 0.83 × 0.83 μm) [8] было начато наблюдение площадок с рассеянными скоплениями для получения каталога положений и его дальнейшего использования в качестве второй эпохи (средняя эпоха 2012.0) при создании каталога собственных движений.

Всего за 2011—2012 гг. было получено около 6500 ПЗС-кадров в 172 площадках с рассеянными скоплениями общим объемом около 100 ГБ. Шестнадцать площадок с широкоугольными скоплениями наблюдались с перекрытием кадров по склонению. Среднее количество наблюдений одной площадки составило около 5.5 раз. Каждое наблюдение состояло из нескольких ПЗС-кадров с частичным перекрытием по прямому восхождению. Время экспозиции всех кадров составляло 20 с.

ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ОЦИФРОВАННЫХ АСТРОНЕГАТИВОВ

Первичная обработка изображений фотопластинок включает частичный автоматический учет особенностей отдельных изображений (вуаль, неравномерность фона, дефекты изображения и др.), цифровую фильтрацию изображений и восстановление формы дефектных изображений звезд, поиск звездообразных объектов и определение координат объектов в СК кадра. Время первичной обработки одного изображения пластинки размером 20 × 20 см с разрешением 1200 dpi (или около 9000 × 9000 пкл, размер одного пиксела приведенного к экватору

2.14) на компьютере с процессором Core2Duo 2.5 ГГц составляет 25—30 мин в зависимости от качества изображения и количества объектов.

Для первичной обработки фотопластинок использовался пакет обработки астрономических данных MIDAS/ROMAFOT, созданный в Европейской южной обсерватории [<http://www.eso.org/sci/software/esomidas/>], который был установлен и настроен на компьютере с операционной системой Mandriva Linux. Для автоматизации процесса использовалась программа, созданная в ГАО НАН Украины на языке программирования системы MIDAS [1, 2]. Обработка проводилась в пакетном режиме по 30—50 сканов. После проведения процедур фильтрации и преобразований на жестком диске сохранялись изображения в FITS-формате, полученные из исходных сканов фотопластинок. Кроме этого, программа выполняла поиск всех звездообразных объектов на оцифрованном изображении фотопластинки и определяла их фотометрические характеристики и координаты в прямоугольной системе координат.

Всего было обработано 210 пластинок размером 20 20 см и 24 24 см (изображение неба в обоих случаях занимает область 20 20 см), каждая пластинка сканировалась по 10 раз (по пять сканов при положении пластинки в сканере 0 и 90). Проведен анализ качества обработки каждой пластинки. Для подавляющего большинства пластинок средняя по пяти сканам погрешность определения положений звезд опорного каталога «Tycho-2» находится в диапазоне ± 40 —100 мсд [17]. В целом сканы пластинок 24 24 см оказались более сложными для обработки из-за превышения физических размеров пластинок над размером приборного стекла по одной из координат.

ОТОЖДЕСТВЛЕНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ОБЪЕКТОВ НА АСТРОНЕГАТИВАХ

В связи с тем, что все использованные фотографические наблюдения НАО имели минимум две экспозиции, а для ярких звезд еще получались и дифракционные спутники, необходимо было сначала разделить объекты по экспозициям. Для решения этой задачи (с учетом особенностей и повышения производительности обработки) была разработана программа PlateGraf [7]. Программа обеспечивает проведение отождествления и дальнейшую редукцию координат звезд, полученных после первичной обработки в пакете MIDAS/ROMAFOT. В программе поддерживается работа с широкими полями изображений (до 10 10), включающими до 20000 объектов на квадратный градус. Программа имеет дружелюбный графический интерфейс и широкие возможности по контролю качества отождествления с использованием различных методов и учетом особенностей фотографических на-

блюдений в НАО, таких как: несколько экспозиций на одной фотопластинке, наличие дифракционных спутников в изображениях звезд, дефекты на пластинках и т. д. Программа делит площадку на девять равных частей, в которых производится отождествление, а также выбирает и исключает из изображений вторые экспозиции и дифракционные спутники. Для отождествления объектов на изображениях фотопластинок использовался каталог «Tycho-2». После начального отождествления выбранных опорных звезд с помощью программы можно проводить дополнительный интерактивный анализ (определение точности отождествления, распределение невязок по координатам и звездной величине, учет калибровочных данных, итерации редукции и отождествления звезд с выбросом объектов, имеющих ошибки больше 3σ) и полное отождествление всех звезд опорного каталога на изображении с использованием различных моделей редукции с полиномами от первого до шестого порядка по методу наименьших квадратов. Кроме того, предусмотрена возможность выделения и удаления дефектов на изображении фотопластинки (царапины, пятна). В целом использование программы PlateGraf позволило отказаться от шести различных программ (использовавшихся ранее), и обрабатывать все пластинки однотипно с отношением сигнал/шум около 3. В результате в 2–4 раза повысилось количество отождествленных объектов и значительно повысились скорость и точность обработки.

После отождествления файлы с выбранными звездами передаются следующей программе, которая выполняет заключительный этап обработки. Вначале проводится дополнительное отождествление всех опорных звезд каталога «Tycho-2» на площадке с использованием модели редукции с полиномом 6 порядка. После этого проводится 3–4 полные итерации, каждая состоит из итераций попеременно для осей X и Y . Начало итерации: экваториальные координаты звезд α, δ переводятся в тангенциальные x, y . По опорным звездам проводится усреднение разностей невязок с переменным шагом по линейной координате (X или Y), зависящим от плотности звезд на изображении, с последующей интерполяцией невязок для каждого значения линейной координаты. Из координат исключаются полученные интерполированные систематические ошибки сканера (вносимые механикой и кривизной направляющей движения ПЗС-линейки). Затем вычисляются коэффициенты редукции из прямоугольной СК в тангенциальную решением систем уравнений с полиномами шестого порядка с дополнительными тремя членами для учета комы и одним для учета уравнения блеска для звезд ярче 11^m . С использованием полученных коэффициентов редукции определяются тангенциальные координаты для всех звезд на изображении и затем переводятся в экваториальные. На последнем шаге итерации определяются средние невязки опорных звезд по x, y и их разность со значением предыдущей итерации. На рис. 1 представлены усредненными линиями значения невязок для прямых восхождений и склонений от X и Y звезд в СК сканера перед

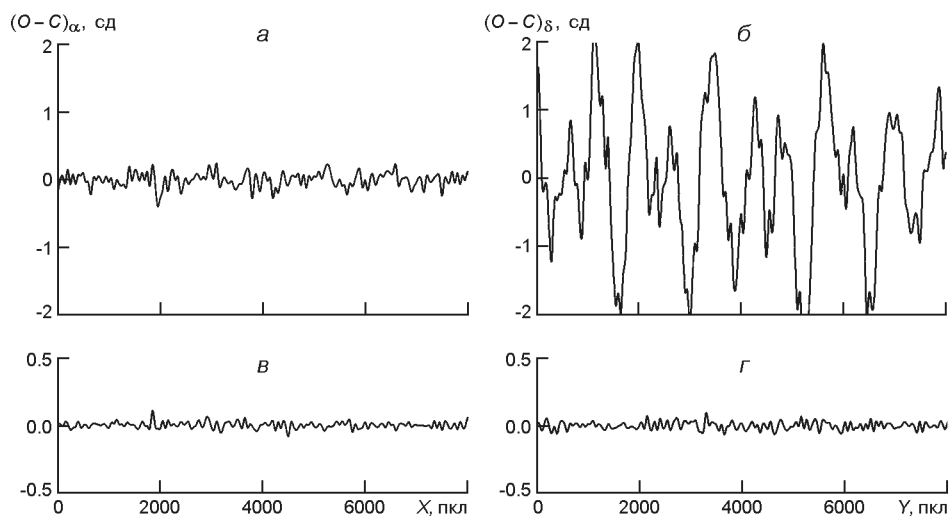


Рис. 1. Значение невязок перед первой итерацией (а, б) и после третьей итерации (в, г)

первой и после третьей итерации для одной из пластинок.

Обработка ПЗС-кадров (отождествление и редукция) проводилась с использованием программы Astrometrica [<http://www.astrometrica.at>] и дополнительной программы, созданной в НАО для организации пакетного режима обработки. Программа Astrometrica поддерживает модели редукции от линейной до полинома четвертой степени. При обработке выбиралась кубическая модель, обеспечивающая хорошую точность для поля 40 40 телескопа «Мобител». В качестве опорного использовался каталог UCAC-3.

ИСХОДНЫЕ КАТАЛОГИ И ИХ СРАВНЕНИЕ С ДРУГИМИ КАТАЛОГАМИ

Фотографический каталог. Из обработанных изображений фотопластинок получено более 20 млн координат объектов в системе HCRF на эпоху наблюдения. С использованием этого материала выведен каталог астрометрических положений около 900 тыс. звёзд 7—16^m, зарегистрированных на сканах четыре и более раз со средним количеством регистраций одной звезды около 4.9 раз и средней погрешностью каталожного положения 54 мсд по α и 69 мсд по δ (табл. 1 и 2). Средняя эпоха каталога 1981.6. Оценка звездных величин проводилась по опорным звездам в системе «Tycho-2». Поскольку размер скоплений существенно меньше размеров пластинок, из общего каталога были выделены подмножества звёзд в количестве 274485 штук, попадающие в квадратные области 2 2 с центром в избранных скоплениях. Всего на обработанных пластинках в эти площадки попало 256 скоплений, в среднем по 1686 звезд на площадку. Более детально распределение звезд с изменением зоны охвата с шагом в 10 представлено в табл. 1.

СОЗДАНИЕ КАТАЛОГОВ КООРДИНАТ И СОБСТВЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ ЗВЁЗД

Таблица 1. Зависимость распределения звёзд фотографического и ПЗС-каталогов от размера области вокруг центра РС

Размер площадки	Всего звезд	Всего скоплений в площадках	Среднее количество звёзд на площадку	Среднее количество регистраций
Фотографический каталог				
±10	13790	252	58	5.00
±20	46697	253	208	4.98
±30	93396	254	446	4.96
±40	150023	255	776	4.95
±50	210772	256	1186	4.94
±60	274485	256	1686	4.93
ПЗС-каталог				
±10	91567	165	586	26.27
±20	312935	180	1973	23.46
±30	505582	196	3284	20.97
±40	632541	211	4481	19.62
±50	710125	220	5698	18.81
±60	746305	222	7073	18.48

Таблица 2. Зависимость распределения погрешности исходных каталогов от звёздной величины

m	Количество звёзд в фотографическом каталоге	, мсд	, мсд	Количество звёзд в ПЗС-каталоге	, мсд	, мсд
6.0	75	30	33	—	—	—
6.5	143	34	39	—	—	—
7.0	276	32	35	—	—	—
7.5	534	35	38	—	—	—
8.0	991	32	35	18	39	54
8.5	1704	29	33	92	37	48
9.0	2735	26	29	293	29	35
9.5	4551	26	28	731	20	24
10.0	7796	24	28	1236	16	19
10.5	13671	24	27	1945	15	18
11.0	23651	25	28	3157	16	20
11.5	39979	27	30	4814	16	20
12.0	61979	35	40	7973	16	20
12.5	84056	52	61	11965	18	22
13.0	109622	61	72	19504	19	23
13.5	132199	62	75	28146	20	25
14.0	138392	62	77	44442	21	26
14.5	125449	61	80	64571	25	31
15.0	89661	59	83	98889	31	37
15.5	46561	57	85	118216	32	38
16.0	15888	55	76	140238	28	32
16.5	3447	55	83	138971	29	29
17.0	—	—	—	85059	36	35
17.5	—	—	—	9684	45	42

Было проведено перекрестное отождествление объектов нашего каталога и объектов каталогов СМС14 [13], 2MASS [20], USNO A2.0 [18], XPM [14]. Наибольшее количество общих звёзд получилось на пересечении с каталогами 2MASS (194020 звёзд), XPM (159343), СМС14 (152927). Каталог представлен на сайте НАО [http://www.mao.nikolaev.ua/catalogs/photo_2013.zip]. Файл содержит по одной строке на каждую звезду в следующем формате: прямое восхождение в часах, склонение в градусах, количество использованных изображений, средняя эпоха (1900), звёздная величина, СКП определения прямого восхождения в секундах дуги, СКП определения склонения в секундах дуги, СКП определения звёздной величины.

ПЗС-каталог. После обработки 6500 ПЗС-кадров получено около 9 млн положений объектов в площадках, содержащих рассеянные скопления. С использованием этого материала выведен каталог астрометрических положений около 780 тыс. звёзд 9^m — 17^m , наблюдавшихся три и более раз со средним числом наблюдений одной звезды около 18 раз и средней точностью каталожного положения 29 мсд по прямому восхождению и 32 мсд по склонению (табл. 1 и 2). Средняя эпоха каталога 2012.2. Оценка звездных величин проводилась по опорным звездам в системе UCAC-3. Из общего каталога было выделено подмножество 746305 звёзд, попадающих в квадратную область ± 1 от центра скопления. Всего на обработанных кадрах в эти площадки попало 222 скопления, в среднем с 7073 звездами на площадку. Более детально распределение звезд с изменением зоны охвата с шагом в 10 представлено в табл. 1. Было проведено перекрестное отождествление объектов нашего каталога и объектов каталогов СМС14 [13], 2MASS [20], USNO A2.0 [18], XPM [14]. Наибольшее количество общих звёзд получилось на пересечении с каталогами USNO (667431), СМС14 (623237) и XPM (616669). Каталог представлен на сайте НАО [http://www.mao.nikolaev.ua/catalogs/ccd_2013.zip]. Файл содержит по одной строке на каждую звезду в следующем формате: прямое восхождение в часах, склонение в градусах, количество использованных изображений, средняя эпоха (2000), звёздная величина, СКП определения прямого восхождения в секундах дуги, СКП определения склонения в секундах дуги, СКП определения звёздной величины.

СВОДНЫЙ КАТАЛОГ КООРДИНАТ И СОБСТВЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ

Для создания каталога положений и собственных движений NAO13 использовались собственные каталоги для первой и второй эпохи с разностью около 30 лет и каталоги 2MASS, USNO A2.0, СМС14. Собственные движения были получены с использованием разностей координат звезд, совпадающих в ПЗС- и фотографическом каталогах, а также разностей координат совпадающих звезд в наших каталогах с тремя перечисленными выше каталогами. Всего было получено семь

Рис. 2. Распределение количества N звёзд каталога по значениям звёздной величины m

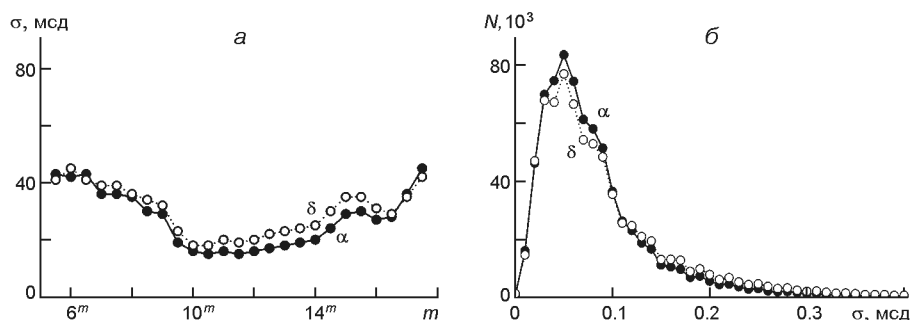
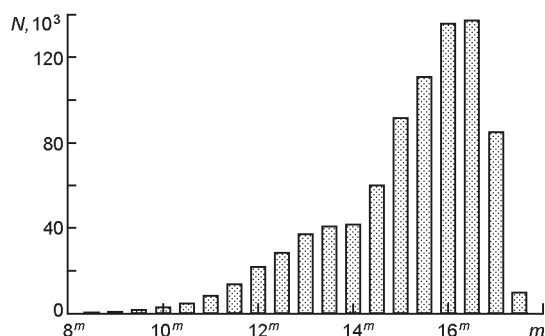


Рис. 3: *a* — распределение средних ошибок положений звёзд каталога по значениям звёздной величины m (*a*); *б* — распределение количества N звёзд каталога по значениям ошибки у каталожных экваториальных координат (точки — для прямого восхождения, кружки — для склонения)

подкаталогов собственных движений с разными весами, зависящими от разности эпох исходных каталогов. Из полученных подкаталогов был скомпилирован сводный каталог координат и собственных движений, в который преимущественно вошли полученные координаты из ПЗС-каталога и часть координат из фотографического каталога для ярких звезд и звезд на краях площадок, которых не было в ПЗС-каталоге. Каталог включает положения около 700 тыс. звёзд от 8^m до 17^m (рис. 2) на эпоху наблюдений 2012.2 в системе ICRS в квадратных площадках ± 1 вокруг центров избранных рассеянных скоплений. Погрешность каталожного положения составляет 28 и 31 мсд для прямого восхождения и склонения соответственно (рис. 3). Оценка СКП определения звездных величин в системе каталога «Tycho-2» составила 0.04^m . Внешнее сравнение собственных движений была выполнено с использованием каталога XPM. Средняя систематическая разность между общими звездами составила по обеим координатам около -1.8 мсд/год для каталогов NAO13 и XPM и около -0.2 мсд/год для каталогов NAO13 и USNO A2.0. Распределение систематической разности между каталогами NAO13 и XPM представлено на рис. 4. Усреднение проводилось через 0.2 ч по прямому восхождению и через 1 по склонению. Оценка средней точности собственных движений была произведена по СКП разностей собственных движений из разных подкаталогов и составила около 5 мсд/год по обеим координатам. Каталог

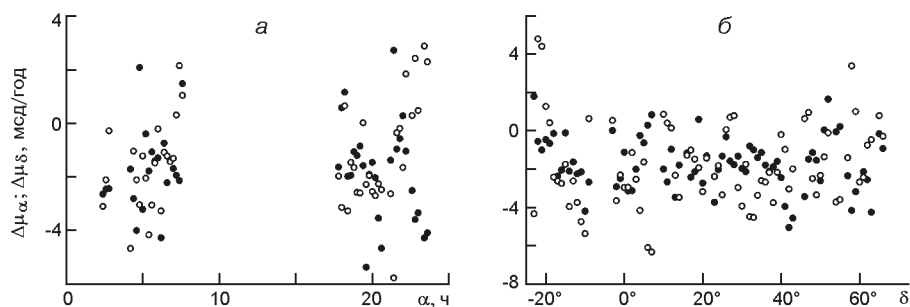


Рис. 4. Распределение систематической разности (точки) и (кружки) по прямому восхождению и по склонению между звездами каталогов NAO13 и XPM

представлен на сайте НАО [http://www.mao.nikolaev.ua/catalogs/cat_2013a.zip]. Файл содержит по одной строке на каждую звезду в следующем формате: прямое восхождение в часах, склонение в градусах, количество использованных наблюдений, средняя эпоха, звёздная величина, СКП определения прямого восхождения в секундах дуги, СКП определения склонения в секундах дуги, СКП определения звёздной величины, собственное движение по прямому восхождению в миллисекундах дуги, собственное движение по склонению в миллисекундах дуги, СКП определения собственного движения по прямому восхождению в миллисекундах дуги, СКП определения собственного движения по склонению в миллисекундах дуги.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Можно отметить достаточно высокую точность полученного сводного каталога положений и собственных движений звёзд в площадках вокруг центров избранных рассеянных скоплений. Также отработана методика обработки фотографических изображений с достаточной точностью и использования ее результатов совместно с результатами обработки современных ПЗС-наблюдений и результатами перекрестного отождествления по большому перечню каталогов для получения новых научных данных.

1. Андрук В. М., Бутенко Г. З., Яценко А. И. Фотометрія платівок, оцифрованих сканером Microtek ScanMaker 9800XL TMA // Кинематика и физика небес. тел.—2010.—**26**, № 3.—С. 75—81.
2. Андрук В. Н., Иванов Г. А., Погорельцев М. Т., Яценко А. И. Об использовании сканера для определения координат и фотометрии звёзд на пластинках программы ФОН // Кинематика и физика небес. тел.—2005.—**21**, № 5.—С. 396—400.
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—70.

4. *Вавилова И. Б., Пакуляк Л. К., Процюк Ю. И. и др.* Украинская виртуальная обсерватория (УкрВО). Современное состояние и перспективы развития объединенного архива наблюдений // *Космічна наука і технологія*.—2011.—**17**, № 4.—С. 74—91.
5. Свід. про реєстр. авт. права № 20183. Україна. Програмний продукт «Система пошуку даних про спостереження Миколаївської астрономічної обсерваторії» / О. Е. Мажаєв, Ю. І. Процюк, А. О. Шульга. — Принято 13.04.07.
6. Свід. про реєстр. авт. права № 36222. Україна. Програмний продукт «Система ведення інформаційної бази архіву фотопластинок НДІ МАО» / О. Е. Ковилянська, Л. О. Гудкова. — Принято 22.12.10.
7. Свід. про реєстр. авт. права № 45567. Україна. Програмний продукт «Ототожнення зір на попередньо оброблених сканованих зображеннях фотопластинок та отримання координат зареєстрованих об'єктів» / Процюк Ю. І. — Принято 10.09.12.
8. *Шульга А. В., Козырев Е. С., Сибирякова Е. С. и др.* Мобильный комплекс телескопов НИИ НАО для наблюдений объектов околоземного космического пространства // *Космічна наука і технологія*.—2012.—**18**, № 4.—С. 52—58.
9. *Barbieri C., Blanco C., Bucciarelli B., et al.* Digitization and scientific exploitation of the Italian and Vatican Astronomical Plate Archives // *Experimental Astron.*—2003.—**15**, N 1.—P. 29—43.
10. *Conrad C., Scholz R.-D., Kharchenko N. V., et al.* A RAVE investigation on galactic open clusters // *Astron. and Astrophys.*—2014.—**562**.—A54.
11. *Dias W. S., Alessi B. S., Moitinho A., Lepine J. R. D.* New catalogue of optically visible open clusters and candidates // *Astron. and Astrophys.*—2002.—**389**.—P. 871—873.
12. *Dias W. S., Assafin M., Flyrio V., et al.* Proper motion determination of open clusters based on the UCAC2 catalogue // *Astron. and Astrophys.*—2006.—**446**.—P. 949—953.
13. *Evans D. W., Irwin M. J., Helmer L.* The Carlsberg Meridian Telescope CCD drift scan survey // *Astron. and Astrophys.*—2002.—**395**.—P. 347—356.
14. *Fedorov P., Myznikov A., Akhmetov V.* The XPM Catalogue. Absolute proper motions of 280 million stars // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—2009.—**393**.—P. 133—138.
15. *Kharchenko N. V., Piskunov A. E., Röser S., et al.* 109 new Galactic open clusters // *Astron. and Astrophys.*—2005.—**440**.—P. 403—408.
16. *Kharchenko N. V., Piskunov A. E., Röser S., et al.* Astrophysical parameters of galactic open clusters // *Astron. and Astrophys.*—2005.—**438**.—P. 1163—1173.
17. *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.
18. *Monet D., Bird A., Canzian B., et al.* USNO-A V2.0, A Catalog of Astrometric Standards // U. S. Naval Observatory – 1998. I/252.
19. *Protsyuk Y., Mazhaev A.* Astronomical databases of Nikolaev Observatory // *IAU Symposium*. 2008.—**248**.—P. 548—552.
20. *Skrutskie M. F., Cutr R. M., Stiening R., et al.* The Two Micron All Sky Survey (2MASS) // *Astron. J.*—2006.—**131**.—P. 1163—1183
21. *Vavilova I. B., Pakulyak L. K., Shlyapnikov A. A., et al.* Astroinformation resource of the Ukrainian virtual observatory: Joint observational data archive, scientific tasks, and software // *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*.—2012.—**28**, N 2.—P. 85—102.