

УДК 521.95

**А. И. Яценко, В. Н. Андрук, В. В. Головня,
Л. К. Пакуляк, Г. А. Иванов**

Главная астрономическая обсерватория Национальной академии наук Украины
03680 Киев, ул. Академика Заболотного 27

**Результаты сканирования снимков 60-й зоны
программы ФОН методика редукции измерений,
характеристика выходного каталога**

На сканере Microtek ScanMaker 9800XL TMA были отсканированы 102 пластинки 60-й зоны северного неба, полученные в рамках программы ФОН на телескопе ДША ГАО НАН Украины. Описаны методика обработки этих сканов и создание каталога экваториальных координат и блеска. Средние квадратичные ошибки положений и V -величин 1108603 звезд выходного каталога (в зоне от 56 до 64 по склонению и от 0 до 24^h по прямому восхождению) в основном зависят от положения на пластинке, кратности перекрытия и звездной величины. Стандартные отклонения составляют 0.10–0.32" для координат и 0.04–0.16^m для звездных величин. Средние значения средних квадратичных отклонений данных полученного каталога от данных каталогов PRMX и UCAS составили 0.23" и 0.18^m.

**РЕЗУЛЬТАТИ СКАНУВАННЯ ЗНІМКІВ 60-Ї ЗОНИ ПРОГРАМИ ФОН
МЕТОДИКА РЕДУКЦІЇ ВИМІРІВ, ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОГО
КАТАЛОГУ, Яценко А. І, Андрук В. М., Головня В. В., Пакуляк Л. К.,
Іванов Г. О. — На сканері Microtek ScanMaker 9800XL TMA були
відскановані 102 платівки 60-ї зони північного неба, отриманих в рам-
ках програми ФОН на телескопі ДША ГАО НАН України. Описано
методику обробки цих сканів і створення каталогу екваторіальних
координат і блиску. Середні квадратичні похибки положень і V -ве-
личин 1108603 зір вихідного каталогу (у зоні від 56 до 64 за схиленням
і від 0 до 24^h за прямим сходженням) в основному залежать від по-
ложення на платівці, кратності перекриття і зоряної величини.
Стандартні відхилення складають 0.10–0.32" для координат і
0.04–0.16^m для зоряних величин. Середні значення середніх квадрат-**

ичних відхилень даних одержаного каталогу від даних каталогів PPMX і UCAC склали 0.23" та 0.18^m.

SOME RESULTS OF THE SCANNING OF PLATES FOR THE 60°-DECLINATION ZONE OF THE FON PROGRAM: THE REDUCTION PROCEDURE AND OUTPUT CATALOGUE CHARACTERISTICS, by Yatsenko A. I., Andruk V. N., Golovnia V. V., Pakuliak L. K., Ivanov G. A. — Using a Microtek ScanMaker 9800XL TMA scanner, 102 plates for the 60°-declination zone of the northern sky are scanned. The plates are obtained with the Double Wide-Field Telescope of the Main Astronomical Observatory of Ukraine within the framework of the FON observational program. We describe the processing procedure used for digital images and the compilation of the catalogue of positions and B-band photometry for 1 108603 stars. The mean-square positional and photometric errors for declinations from 56° to 64° and for right ascensions from 0^h to 24^h depend mainly on star positions on a plate, the overlap ratio and stellar magnitude. The standard deviations change from 0.10" to 0.32" for positions and from 0.04^m to 0.16^m for stellar magnitudes. The mean values of the mean-square deviations of our catalogue data from the PPMX and UCAC catalogue data are 0.23" and 0.18^m for positions and stellar magnitudes, respectively.

Введение. Предложения об использовании планшетного сканера, оснащенного слайд-модулем, для астрометрических и фотометрических измерений объектов на астронегативах высказывались давно [7, 12]. Основной задачей для таких приборов может стать массовая обработка архивов астрономических негативов, имеющих выход в интернет и представленных там в виде виртуальной обсерватории или ее составной части. Тогда материалы архивов, имеющих особую научную ценность, могут быть дополнены превью-файлами, и/или файлами изображений. Последние представляют сканы с разрешением, достаточным для определения координат и блеска звезд. Таких определений известно пока очень мало, хотя актуальность их несомненна. Особенно в связи с созданием виртуальных обсерваторий.

Исследования по созданию Украинской виртуальной обсерватории ведутся в ГАО НАН Украины под руководством Т. П. Сергеевой уже девять лет [11]. За это время выполнена следующая работа: упорядочены и каталогизированы десятки тысяч астронегативов стеклотеки, созданы соответствующие базы данных со средствами поиска, контроля, исправления и дополнения информации. В сотрудничестве с коллегами из Болгарской академии наук разработаны основные принципы создания и функционирования подобных архивов, а также требования к форматам и содержанию баз данных. Для оцифровки астронегативов был приобретен сканер фирмы «Mustek» Microtek ScanMaker 9800XL TMA формата А3+, оснащенный слайд-модулем.

Первый опыт обработки пластинок, оцифрованных посредством сканирования, был получен в ГАО НАНУ в 1999 г. [1]. Для поля 3.3 2.5° (4094 3100 пкл) был получен каталог положений и звездных

Таблица 1. Ошибки положений и фотометрии звезд, полученных по сканам астронегативов с разных телескопов

Номер	D/F , м	Полоса	Экспозиция, мин	Масштаб		Поле	Ошибки		
				/мм	/пкл				m
1	0.35/1.2	R	40	172	2.86	3.3 2.5	0.68	0.64	0.12^m
2	1.20/2.4	U	20	86	2.16	4.8	0.17	0.24	0.18^m
3	0.40/2.0	B	18	103	2.15	8 8	0.17	0.18	0.20^m
4	0.40/5.5	B_{ph}	30	38	0.78	2.0	0.06	0.06	0.25^m

величин в системе R Джонсона для 700 звезд скопления Гиады. При масштабе телескопа 172 /мм и масштабе сканирования 2.86 /пкл погрешности координат и звездных величин составляли ± 0.65 и $\pm 0.12^m$ соответственно. В дальнейшем были выполнены тестовые работы для полей больших размеров с использованием планшетных сканеров Microtek ScanMaker 4 и Microtek ScanMaker 9800XL TMA. Для астронегативов телескопа ДША (B -полоса) размером $6.4 \times 6.4^\circ$ (24×24 см, или 7500 /7500 пкл) при пространственном разрешении сканирования 900 dpi (ScanMaker 4) погрешности в системе каталога «Tycho-2» составили $\pm 0.1 \dots \pm 0.3$ и $\pm 0.15 \dots \pm 0.20^m$ соответственно [2]. Для пластинок 1.2-м телескопа Шмидта в Балдоне (экспонированных в U -полосе) при пространственном разрешении 1000 dpi пластинок размером 24×24 см (9300 /9300 пкл) достигнута точность ± 0.2 и $\pm 0.2^m$ [3, 4]. Данные о погрешностях координат и звездных величин для разных телескопов приводятся в табл. 1 (№ 1 — менисковый телескоп Максудова Астрономической обсерватории им. В. П. Энгельгардта в Казани, № 2 — 1.2-м телескоп Шмидта в Балдоне, № 3 — двойной широкоугольный астрограф (ДША) ГАО НАН Украины, № 4 — двойной длиннофокусный астрограф (ДДА) ГАО НАН Украины).

В 2008 г. группой, занимающейся в ГАО НАН Украины созданием виртуальной обсерватории, было принято решение сканировать пластинки стеклотеки с разрешающей способностью 1200 dpi. Сканирование было начато с астронегативов программы Фотографического обзора северного неба (ФОН) [6], одной из самых больших и важных коллекций пластинок Голосеевской стеклотеки. Были выбраны 102 пластинки, полностью покрывающие 60-ю зону программы ФОН. Пластинки были экспонированы с двумя экспозициями: длинной (12... 24 мин) и короткой (30...45 с). На примере сканирования и обработки этих сканов нам необходимо было решить ряд важных задач:

— выяснить, пригодны ли оцифрованные пластинки с указанной выше разрешающей способностью сканирования для определения экваториальных координат и фотометрии звезд, и какова будет точность этих определений;

— определить ошибки сканера и усовершенствовать методику их учета;

— выяснить, как оптимальным образом получить характеристики звезд из обработки сканов пластинок;

— определить, каковы затраты времени и ресурсов на сканирование, хранение и обработку полученных сканов пластинок.

Выбранная нами в качестве пилот-проекта 60 зона наилучшим образом отвечала поставленной задаче, поскольку эта зенитная зона для Киева с наилучшими условиями фотографирования, что важно для изучения инструментальных ошибок сканера. Кроме того, зона снята с двукратным перекрытием при рабочем поле 4×4 или с четырехкратным — для поля всей пластинки программы ФОН (8×8), что дает возможность корректной оценки внутренней погрешности.

Сканирование пластинок. Ошибки определения координат и звездных величин по внутренней сходимости для сканера Microtek ScanMaker 9800XL TMA были исследованы в работе [5]. Известно, что систематические ошибки нашего сканера по координате Y , направленной вдоль движения измерительной линейки, значительно больше, чем по координате X , направленной вдоль линейки [2, 3, 5]. Поэтому было решено сканировать каждую пластинку в двух положениях (с поворотом на 90°), чтобы определять прямоугольные координаты звезд только вдоль измерительной линейки прибора. Так были отсканированы все 102 пластинки зоны и получены 204 скана.

Каждая пластинка специально готовилась для сканирования: очищалась от пыли беличьей кистью со стороны эмульсии, а также спиртом смывались надписи, сделанные пользователями чернилами со стороны стекла. Все пластинки размещались единообразно в приборе (эмульсией вниз), а стороны пластинки были ориентированы параллельно направляющим движения измерительной линейки.

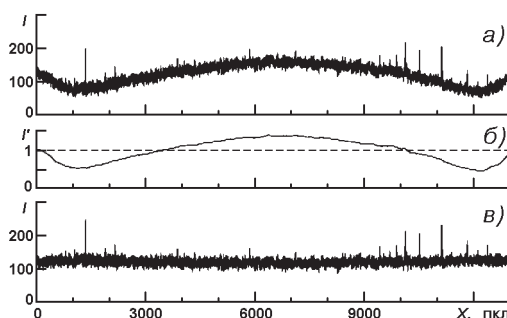
Продолжительность одного скана составляет 4 мин для пластинки формата 30×30 см, а полностью весь процесс сканирования пластинки в двух положениях, включая и подготовку к сканированию самой пластинки, длится 15—20 мин. Нужно отметить, что на скорость и точность сканирования существенным образом влияет тип используемого интерфейса для связи сканера и ПК. Мы использовали интерфейс FireWire, так как скорости интерфейса USB Hi-Speed оказалось недостаточно для оперативной передачи данных от сканера к ПК.

Файлы сканов с разрешением 1200 dpi сохранялись в формате TIFF (каждый размером примерно 390 Мб).

Редукция полученных данных. Прямоугольные координаты звезд определялись в среде LINUX-MIDAS-ROMAFOT по файлам сканов пластинок, преобразованным в FITS-формат [5, 8]. В ГАО НАН Украины разработаны и реализованы в среде MIDAS методы обработки оцифрованных астронегативов больших размеров (13000×13000 пкл) для всего диапазона звездных величин объектов, полученных при фотографировании. В работе [4] изложены основные этапы процесса обработки оцифрованных пластинок с автоматическим исключением фотометрического уравнения поля.

На рис. 1 приведен типичный пример исключения крупномасштабной пространственной огибающей собственного плоского поля по координате X для одной пластинки из исходного фотометрическо-

Рис. 1. Пример центрального фотометрического разреза по координате X одной из пластинок: a — первичный скан, b — нормированный разрез огибающей плоского поля пластинки; $в$ — результирующий разрез после коррекции первичного скана за огибающую плоского поля пластинки



го разреза. Огибающие для координаты Y имеют аналогичный вид.

Из программы обработки оцифрованных астронегативов мы получаем прямоугольные координаты и фотометрические инструментальные оценки яркости звезд. В зависимости от расположения экспонированного участка неба относительно Млечного Пути количество объектов для разных пластинок составляло от нескольких десятков тысяч до 150 тысяч.

Исходя из результатов, полученных ранее в работе [5], мы использовали изображения только длинной экспозиции, поскольку точность определения координат и фотометрии для короткой экспозиции значительно хуже.

В качестве опорного использовался каталог «Tycho-2», поскольку он содержит довольно точные значения собственных движений звезд. Это важно при редукации измеренных координат на пластинках, снятых на протяжении 1983—1987 гг. Кроме того, в каталоге имеются B -величины звезд, что позволяет также произвести редукацию фотометрических величин. Опорные звезды выбирались по всему полю пластинок 8×8 . Исключены были краевые участки пластинки (примерно 1—1.5 см), поскольку там размещены идентифицирующие пластинку надписи и, как правило, там всегда больше всевозможных дефектов (пузырьки, темные полосы, царапины на эмульсии). В зависимости от близости обрабатываемого снимка к области Млечного Пути, количество опорных звезд изменялось от одной до свыше семи тысяч на пластинку.

Постоянные редукации a, b, \dots, n прямоугольных координат X, Y к идеальным координатам, определялись из решения условных уравнений для опорных звезд, которые имели вид полного полинома третьей степени от координат с включенными членами зависимости от блеска звезд (m) в инструментальной системе:

$$ax + by + c + dx^2 + exy + fy^2 + gx^3 + hx^2y + ixy^2 + jy^3 + km + lmx + nmy = 0, \quad (1)$$

где x, y — прямоугольные координаты, отнесенные к геометрическому центру пластинки, а блеск звезд приведен к их среднему значению. Формулы для координаты имеют аналогичный вид.

После решения условных уравнений вида (1) по обеим координатам для всех опорных звезд находятся невязки решения. Эти невязки

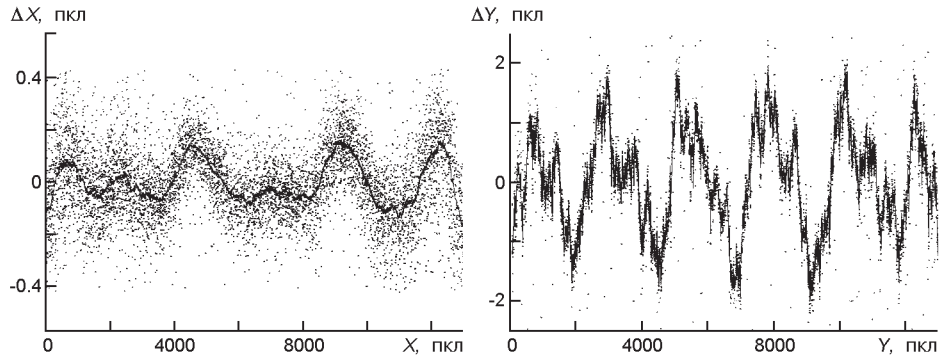


Рис. 2. Невязки решения системы уравнений (1) и их среднее значение по координатам X и Y

затем усредняются в пределах 10—20 пкл (в зависимости от количества опорных звезд) по каждой из координат и рассматриваются в дальнейшем как инструментальные ошибки сканера (см. рис. 2). После учета этих ошибок в измеренных координатах всех (и опорных и определяемых) звезд, решение уравнений типа (1) повторялось. Средние квадратичные ошибки единицы веса составляют в среднем по разным пластинкам 0.23 и 0.33 соответственно для координат X и Y . Ухудшение точности решения для координаты Y объясняется тем, что размах систематических ошибок сканера для пластинок ДША больше по координате Y , чем по X , примерно в пять раз. Поэтому мы решили объединять файлы сканов для положений пластинки 0 и 90°, взяв из первого скана координату X , а со второго — координату Y . Для отождествления звезд сканов 0 и 90° использовался метод подобных треугольников. После отождествления фотометрические отсчеты звезд просто усреднялись по обоим сканам. Теперь ошибки единицы веса для решения систем уравнений перехода к идеальным координатам вида (1) у нас стали одинаковыми по обоим координатам и равными для разных пластинок от ± 0.20 до ± 0.23 в зависимости от качества снимка. Методика определения координат звезд по комбинированным сканам была принята за окончательную и применена ко всем пластинкам.

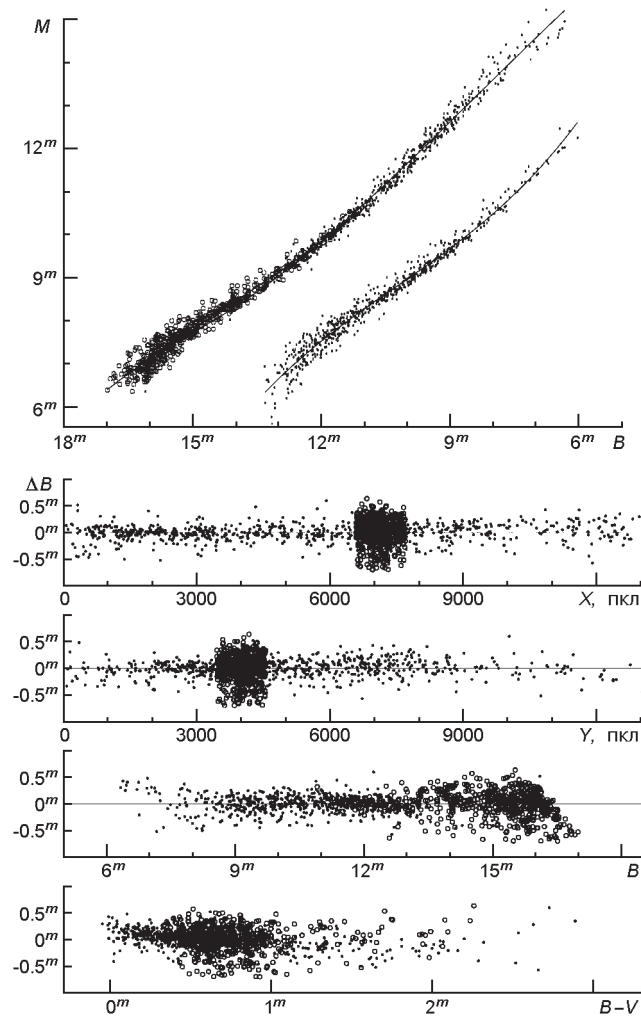
Характеристические кривые двух экспозиций, связывающие инструментальные величины и систему B Джонсона, представлены на рис. 3, где точками отмечены фотоэлектрические, а кружками — ПЗС-стандарты, найденные по литературным источникам для пластинки № 219 [9, 10].

В настоящей работе формула редукции фотометрических величин, полученных со сканера, к B -величинам звезд, приведенным в каталоге «Tycho-2», имела вид

$$a + b m + c |m| + d x + e y + f x^2 + g y^2 + m_t, \quad (2)$$

где a, b, \dots, g — постоянные редукции; m — инструментальные фотометрические величины, усредненные по сканам 0 и 90°, и отнесенные к среднему значению для опорных звезд; x, y — измеренные ко-

Рис. 3. Вверху — характеристические кривые для двух экспозиций на пластинке № 219. Внизу — зависимости фотометрических разностей $O - C$ от прямоугольных координат X, Y , а также звездной величины B и показателя цвета $B - V$ в системе Джонсона. Точками отмечены фотоэлектрические, а кружками — ПЗС-стандарты, найденные по литературным источникам



ординаты звезд, отнесенные к геометрическому центру пластинки; m_i — звездные величины B опорных звезд, взятые из каталога «Tycho-2». Такой вид формул редукции был подобран эмпирическим путем. В формуле отсутствует квадратичная зависимость от инструментального блеска, так как она не была найдена, а член $c |m| m$ подходит лучше, чем $c m^3$. Членами $d x, e y, f x^2, g y^2$, зависящими от координат, описано влияние остаточной фотометрической ошибки поля. Средние квадратичные ошибки единицы веса решения систем уравнений типа (2) для разных пластинок составили 0.19—0.21^m.

Выходной каталог положений и B -величин. Суммарное количество всех зарегистрированных объектов на пластинках составило около пяти с половиной миллионов. После определения экваториальных координат и блеска объектов на отдельных пластинках координаты и звездные величины были усреднены следующим образом: отдельно для полей пластинки 8×8 с четырехкратным перекрытием, а также для рабочих полей 4×4 , где для основной массы звезд имеем

Таблица 2. Ошибки выходного каталога в зависимости от блеска для рабочих полей 8 8 и 4 4 по внутренней сходимости

B	8 8			4 4		
	N	$\cos \delta$	σ_B	N	$\cos \delta$	σ_B
6.5 ^m	75	± 0.32	$\pm 0.16^m$	5	± 0.29	$\pm 0.10^m$
7.5	433	0.32	0.15	80	0.28	0.16
8.5	1805	0.31	0.10	453	0.27	0.09
9.5	5224	0.30	0.07	1765	0.24	0.06
10.5	11669	0.24	0.06	5075	0.16	0.04
11.5	26523	0.18	0.05	11981	0.11	0.04
12.5	54139	0.19	0.07	24527	0.12	0.05
13.5	123235	0.23	0.09	59521	0.15	0.06
14.5	266627	0.29	0.14	126983	0.22	0.09
15.5	564092	0.32	0.14	153799	0.28	0.10
16.1	54781	0.31	0.10	4338	0.30	0.08
Все звезды	1108603	0.23	0.09	388527	0.21	

двукратное перекрытие. В первом случае мы имеем дело практически с полным полем всей пластинки программы ФОН размера 30 30 см, а во втором — рекомендованное для этой программы рабочее поле [6], где абберации телескопа типа комы и уравнения блеска еще поддаются корректному учету. Ошибки координат и блеска звезд, полученных после усреднения, приведены в табл. 2 для интервалов блеска в одну звездную величину (во второй колонке приведено значение середины интервала). Средние ошибки по всем звездам после усреднения на поле 8 8 составили ± 0.23 для координат и $\pm 0.09^m$ для блеска, при средних отклонениях от среднего ± 0.29 и $\pm 0.12^m$ соответственно. Для поля 4 4 соответствующие ошибки составили ± 0.21 и $\pm 0.08^m$, а отклонения от среднего ± 0.23 и $\pm 0.09^m$.

Затем для указанной зоны шириной 8 среднего склонения 60 были выбраны экваториальные координаты, собственные движения и B -величины из каталогов PPMX, UCAC3 и «Tycho-2» для сравнения их с полученным нами каталогом. Звезды этих каталогов были отождествлены со звездами нашего каталога (далее условно будем называть его ФОН), и для эпохи наблюдений пластинок ФОН получены средние квадратичные разности координат по прямому восхождению, склонению и для B -величин. Аналогичные сравнения были попарно сделаны для указанных внешних каталогов, и также получены соответствующие средние квадратичные разности. Из решения несложной системы уравнений были получены оценки средней точности координат и блеска для полученного нами каталога по внешней сходимости, а также аналогичные данные для выбранных каталогов сравнения (см. табл. 3). В последнем столбце приведено количество звезд соответствующего каталога, отождествленных по координатам и блеску с нашим каталогом. Из таблицы видно совпадение оценок оши-

Таблица 3. Оценки ошибок координат и блеска выходного каталога и каталогов сравнения, полученные по внешней сходимости

Каталог	$\cos \delta$	B	N
ФОН (60 зона)	± 0.23	$\pm 0.18^m$	
PRMX	0.08	0.09	85227
«Tycho-2»	0.06	0.10	84654
UCAC3	0.14	0.30	505087

Таблица 4. Средние квадратичные разности ФОН «Tycho-2» в зависимости от блеска для рабочих полей 8 8 и 4 4

B	8 8			4 4		
	N	$\cos \delta$	B	N	$\cos \delta$	B
6.5^m	46	± 0.37	$\pm 0.26^m$	17	± 0.42	$\pm 0.29^m$
7.5	153	0.38	0.23	80	0.39	0.22
8.5	657	0.39	0.18	430	0.38	0.18
9.5	3009	0.35	0.15	1706	0.31	0.16
10.5	10039	0.24	0.13	5153	0.23	0.14
11.5	23756	0.17	0.14	12082	0.16	0.14
12.5	35811	0.18	0.25	18265	0.18	0.25
13.5	11128	0.22	0.34	5616	0.23	0.34
14.5	15	0.29	0.46	20	0.27	0.46
Все звезды	84654	0.20	0.23	43369	0.20	0.23

бок координат и блеска для нашего каталога, полученных по внутренней и внешней сходимости. Кроме того, видно, что каталог «Tycho-2» оказался самым точным из других.

Поскольку ошибки каталога «Tycho-2» по сравнению с ошибками ФОН – «Tycho-2» малы, мы решили более детально исследовать средние квадратичные разности данных этих каталогов (см. табл. 4). Видно, что для звезд ярче 10^m точность выходного каталога довольно низкая, однако для интервала от 10^m до 13^m , где количество звезд максимально, точность определения координат по сканам можно сравнивать с точностью координат, полученных по измерениям на измерительной машине ПАРСЕК. Точность более слабых (изображения размером в несколько пикселей) низка.

В табл. 5 представлены разности ФОН – «Tycho-2» в зависимости от кратности перекрытия. Реальная точность определения координат и блеска по сканам пластинок характеризуется звездами, полученными с единичной кратностью. Сравнение ошибок показывает, что положения на центральном поле 4 4 определяются намного точнее, чем по всему полю 8 8, что объясняется в основном недоучтенными эффектами комы и дисторсии на краю пластинки.

Еще одно отождествление данных нашего каталога было выполнено с каталогом 2MASS, и для каждой отождествленной звезды вы-

Таблица 5. Средние квадратичные разности ФОН – «Tycho-2» в зависимости от кратности перекрытия (K)

K	8 8			4 4		
	N	$\cos \delta$	σ_B	N	$\cos \delta$	σ_B
1	1587	± 0.36	$\pm 0.24^m$	4202	± 0.25	$\pm 0.24^m$
2	5214	0.30	0.23	31564	0.19	0.23
3	22570	0.22	0.23	6670	0.18	0.21
4	37705	0.18	0.23	919	0.18	0.19
5	12805	0.17	0.21	14	0.18	0.23
6	3571	0.16	0.21	–	–	–
7	202	0.18	0.19	–	–	–
Все звезды	84654	0.20	0.23	43369	0.20	0.23

браны из него дополнительные фотометрические величины для инфракрасного диапазона в J , H и K -полосах. Суммарное количество всех звезд, отождествленных с каталогом 2MASS, составляет 1062966, или 96 % всех полученных нами звезд.

Выводы. Приведенные в работе результаты относятся к довольно однородному фотографическому материалу (пластинки программы ФОН), полученному в хороших условиях. С учетом этого можно утверждать, что сканы пластинок с разрешением 1200 dpi пригодны для определения координат звезд и звездных величин со средними ошибками ± 0.2 и $\pm 0.2^m$ на центральном рабочем поле пластинки 4 4 в диапазоне звездных величин от 9 до 14^m . Для более ярких звезд, а также звезд, лежащих за пределами рабочего поля пластинки, точность хуже, как это следует из табл. 2—5.

Если сканирование выполнять для двух положений пластинки, отличающихся на 90° , можно получить комбинированный «скан», для которого инструментальные поправки необходимо учитывать только для направления вдоль измерительной линейки. При этом такие поправки значительно (примерно в пять раз) меньше по амплитуде, чем по координате, вдоль которой происходит движение самой линейки. Формулы редукции координат представляются степенным полиномом от координат, а также должны включать поправки за ошибки уравнения блеска и комы.

В качестве опорного каталога все еще наилучшим остается «Tycho-2», хотя при необходимости обрабатывать более глубокие по звездной величине снимки можно использовать также очень точные каталоги UCAC3 и PRMX, которые содержат собственные движения звезд, B -, V -величины и, среди прочего, оценки ИК-блеска (табл. 3).

По сравнению с измерениями снимков на автоматической измерительной машине ПАРСЕК, при работе со сканером основные затраты времени связаны с вычислениями прямоугольных координат и их редукцией. Если измерение пластинки программы ФОН на ПАРСЕКе занимает от одного до нескольких часов, а вычисления экваториальных координат — 2—3 мин, то сканирование пластинки в двух поло-

жениях на сканере можно выполнить за 10—15 мин, а последующие вычисления для современного ПК — за несколько часов. В будущем затраты на вычисления могут быть уменьшены.

Авторы благодарят Т. П. Сергееву за поддержку и полезное обсуждение результатов.

1. Андрук В. М., Парусімов В. Г., Дудник Т. Б., Островський Д. Ю. Каталог положень та величин в системі R Джонсона 700 зірок в Гіадах. Вимірювання, астрометрична та фотометрична обробка фотоплатівок // Кинематика и физика небес. тел.—1999.—**15**, № 6.—С. 489—500.
2. Андрук В. Н., Иванов Г. А., Погорельцев М. Т., Яценко А. И. Об опыте использования сканера для измерений и фотометрии пластинок программы ФОН // Кинематика и физика небес. тел.—2005.—**21**, № 5.—С. 396—400.
3. Андрук В., Пакуляк Л. Дослідження можливості використання сканерів Microtek для фотометрії зір // Журн. фіз. досліджень.—2007.—**11**, № 3.—С. 329—333.
4. 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. 76—82.
5. Головня В., Андрук В., Яценко А. Астрометрія платівок ПША, оцифрованих сканером Microtek ScanMaker 9800XL TMA // Журн. фіз. досліджень.—2010.—**14**, № 2.—С. 2902-1—2902-8.
6. Кислюк В. С., Яценко А. И., Иванов Г. А. и др. ФОНАК: астрографический каталог программы ФОН // Кинематика и физика небес. тел.—2000.—**16**, № 6.—С. 483—496.
7. Сергеев А. В. Измерение астрофотографий: от ИАНИ ПАРСЕК к «Звездочету» // Тез. докл. Межд. конф. «Роль наземной астрометрии в PostHIPPARCOS период», Николаев, 9—12 сентября 1996 г. — Николаев, 1996.—С. 34—35.
8. ESO-MIDAS users guide. — Garching, 1994.—Vol. A, B, C.
9. Mermilliod J. C. Homogeneous means in the UBV system. — Institut d'Astronomie, Universite de Lausanne, 1991.
10. Pandey A. K., Nilakshi, Ogura K., et al. NGC 7654: An interesting cluster to study star formation history // Astron. and Astrophys.—2001.—**374**.—P. 504—522.
11. Sergeev A. V., Sergeeva T. P. Fast search of the astronomic events in astronomical observatories glass archives // Proc. Intern. Conf. “AstroKazan-2001” 24—28 Sept., 2001, Kazan, Russia. — Kazan State Univ.: Publ. DAC, 2001.—P. 320.
12. Tsvetkov M. K., Stavrev K. Y., Tsvetkova K. P., et al. The wide-field plate database: new development and applications // Newsletter.—1998.—**10**.—P. 10—16.—(IAU working group “Sky Surveys”).

Поступила в редакцию 19.04.10