

УДК 521.95

А. И. Яценко

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

**Новая версия каталога
Фотографического обзора северного неба (ФОН-2.0),
полученная по результатам сканирования
астронегативов**

Пластинки северного неба, полученные по программе ФОН, были отсканированы в Главной астрономической обсерватории Национальной академии наук Украины на сканерах «Microtek ScanMaker 9800XL TMA» и «Epson Expression 10000XL». 1600 из них были использованы для получения прямоугольных координат звезд. После астрометрической редукиции был создан каталог экваториальных координат и блеска более 15 млн звезд. Средние квадратичные ошибки положений и В-величин звезд каталога (от -2° до 90° по склонению) зависят в основном от положения на пластинке, кратности перекрытия (может достигать восьми) и звездной величины. Оценки этих ошибок по внутренней сходимости находятся в пределах 0.1...0.4 для координат и 0.05...0.2^m для звездных величин.

НОВА ВЕРСІЯ КАТАЛОГУ ФОТОГРАФІЧНОГО ОГЛЯДУ ПІВНІЧНОГО НЕБА (ФОН-2.0), ОДЕРЖАНА ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ СКАНУВАННЯ АСТРОНЕГАТИВІВ, Яценко А. І. — Платівки північного неба, отримані по програмі ФОН, були відскановані на сканерах «Microtek ScanMaker 9800XL TMA» і «Epson Expression 10000XL». 1600 з них були використані для одержання прямокутних координат зір. Після астрометричної редукиції був створений каталог екваторіальних координат і блиску більш ніж 15 млн зір. Середні квадратичні похибки положень і В-величин зір каталогу (від -2° до 90° за схиленьям) залежать в основному від положення на платівці, кратності перекриття (може досягати восьми) і зоряної величини. Оцінки цих похибок за внутрішньою збіжністю лежать у межах 0.1...0.4 для координат і 0.05...0.2^m для зоряних величин.

THE NEW VERSION OF THE CATALOGUE OF THE NORTHERN SKY PHOTOGRAPHIC SURVEY (FON-2.0) RECEIVED FOR RESULT OF ASTROPLATES SCANNING, by Yatsenko A. I. — The plates of the northern sky, received according to the FON program, were scanned in MAO NAS of Ukraine on the Microtek ScanMaker 9800XL TMA and Epson Expression 10000XL scanners. 1600 from them were used for obtaining rectangular coordinates of stars. After an astrometric reduction the catalog of the equatorial coordinates and magnitudes more than 15 million stars was created. Positional and photometric errors of stars (from -2° to 90° on declination) depend, basically, on their positions on plates, the overlap ratio (can reach 8x) and their stellar magnitudes. Estimates of these errors on internal convergence are within the limits of 0.1...0.4 for coordinates and 0.05...0.2^m for stellar magnitudes.

Вступление. План фотографического обзора северного неба (ФОН) был предложен в 1976 г. сотрудниками Главной астрономической обсерватории Академии наук Украины И. Г. Колчинским и А. Б. Онегиной [6]. Идея такой работы возникла после приобретения несколькими обсерваториями бывшего СССР (Абастумани, ГАИШ — Звенигород, Казань — Зеленчук, Киев, Китаб, Душанбе) однотипных широкоугольных астрографов фирмы К. Цейс (Йена) с апертурой 40 см и фокусным расстоянием от 2 до 3 м. Считалось, что скоординировав наблюдения на таких телескопах, можно за несколько лет получить четырехкратное перекрытие северного неба и выполнить обработку наблюдений методом перекрывающихся пластинок, ранее предложенным Г. Ейхгорном.

За 15 лет наблюдений (1980—1994 гг.) в Главной астрономической обсерватории Национальной академии наук Украины (ГАО) было получено около 2400 пластинок, которые покрывают северное небо от $+2^\circ$ до $+90^\circ$ по склонению. Примерно 1600 наилучших из них были отобраны для измерений. Еще 90 пластинок, сфотографированных в 1981—1982 гг. для зон от -2° к $+2^\circ$, были переданы в ГАО сотрудниками Китабской обсерватории. Первоначально все пластинки были измерены на Киевском автоматическом измерительном комплексе (АВК) ПАРСЕК-К (ГАО, Киев).

Редукция измеренных координат была осуществлена с привлечением опорного каталога АСТ. В результате был создан каталог ФОНАК (Фотографический обзор неба + Астрографический каталог) [5].

Первая версия каталога ФОНАК 1.0 содержала положения, собственные движения и фотометрические величины B , $B - V$, $B - R$ для 2004701 звезд списка Астрографического каталога (АС) в зоне склонений от -2° до $+90^\circ$. Средняя эпоха положений — 1988.19. Для определения собственных движений звезд в качестве первых эпох наблюдений привлечены данные каталога АС2000, который использовался

также как входной каталог для АВК ПАРСЕК. Фотометрические характеристики звезд были определены по данным каталогов АСТ, GSC 1.1, USNO A2.0. Точность данных каталога ФОНАК в зависимости от яркости объектов оценивается значениями 0.18...0.25 для положений, 3...5 мсд/год для собственных движений и 0.18...0.25^m для блеска. Ошибки возрастают, как правило, для звезд ярче 7.5^m и слабее 11.5^m.

В феврале 2000 г. появилась новая версия каталога «Tycho» («Tycho-2»), который содержит почти в 2.5 раза больше звезд и имеет более точные координаты и собственные движения, чем его предшественник. Кроме того, в сентябре 2001 г. стал доступным каталог ACC2000.2, построенный на основании новой редукции пластинок АС в системе каталога АCRS, расширенного и переведенного на систему координат каталога HIPPARCOS и звездными величинами в системе каталога «Tycho-2». Появление нового опорного каталога давало возможность улучшения точности редукции измеренных координат на пластинках программы ФОН, особенно за счет более точного учета погрешности уравнения блеска для слабых звезд. Поэтому была выполнена новая редукция всех измеренных пластинок, которая, тем не менее, не привела к существенному повышению точности определения координат и собственных движений звезд по сравнению с предшествующей версией каталога ФОНАК. Был сделан вывод о том, что возможности повышения точности нашего каталога за счет использования новых моделей редукции и опорного каталога практически исчерпаны.

Основным недостатком каталога ФОНАК было то, что он создан лишь на основе однократного (вместо четырехкратного) перекрытия северного неба. Вдобавок возможности АВК ПАРСЕК были ограничены измерениями только лишь звезд входного каталога (АС), предельные фотографические звездные величины которого составляют 13...13.5^m в полосе В. Итак, следует констатировать, что после завершения программы ФОН на ее пластинках осталась неизмеренной большая часть имеющихся на них изображений звезд (~13.5...16.5^m).

Методика создания новой версии каталога. В последнее время для астрономических измерений астронегативов успешно применяются планшетные сканеры, оснащенные слайд-модулем. Считается, что такие сканеры могут быть использованы в астрономических архивах (стеклотехах) для подготовки материалов виртуальных обсерваторий. Совместно с сотрудниками Астрономической обсерватории Киевского национального университета имени Тараса Шевченко В. Н. Андрук создал специальное программное обеспечение для определения прямоугольных положений и инструментальных фотометрических величин изображений объектов на сканах пластинок больших размеров (8 8) на всем диапазоне звездных величин отснятых объектов [1—4].

В 2008 г. группой, занимающейся в ГАО НАН Украины созданием виртуальной обсерватории, было принято решение сканировать плас-

тинки Голосеевской стеклотеки с разрешающей способностью 1200 dpi. Работа была начата сканированием астронегативов программы Фотографического обзора северного неба (ФОН) [5], одной из самых больших и важных коллекций пластинок этой стеклотеки.

Указанные работы позволили нам перейти к следующему этапу исследований — созданию каталога положений и фотометрии в 60-й зоне программы ФОН (56...64 по и 0...24^h для). Сканирование 102 пластинок для двух положений в приборе (0 и 90) проводилось на сканере «Microtek ScanMaker 9800XL TMA». После определения экваториальных координат и блеска объектов на отдельных пластинках координаты и звездные величины были усреднены. По пластинкам 60-й зоны ФОН получен каталог 1 108 603 звезд со средними погрешностями экваториальных координат на эпоху наблюдений и V -величин — 0.2 , 0.2^m соответственно на центральном рабочем поле пластинки 4 4 в диапазоне звездных величин от 9 до 14^m. Для более ярких звезд и при увеличении обрабатываемого поля пластинки до 8 8 точность ухудшается [7].

Ныне усилиями сотрудников ГАО НАН Украины (В. В. Головня, Е. М. Ижакевич, Л. К. Пакуляк, С. В. Шатохина) завершено сканирование пластинок программы ФОН в двух положениях (0 и 90). Вычисления прямоугольных координат звезд по полученным сканам выполнили В. Н. Андрук и Г. А. Иванов. Для определения экваториальных координат звезд и звездных величин в B -полосе были отобраны 1600 пластинок. Каталог «Tycho-2» использован в качестве опорного. При создании нового каталога положений звезд северного неба по сканам пластинок применена методика, разработанная при обработке пластинок 60-й зоны [7].

Общее количество изображений на использованных пластинках программы ФОН составляет более 77 млн. Количество объектов (звезд, галактик и случайных дефектов на фотоэмульсии), оставшихся после усреднения по совпадению координат и блеска, равно 52 млн. Поскольку на сканах пластинок оказалось очень много артефактов, возникших вследствие царапин или засветок, мы их отсеяли на основе сравнения полученного нами каталога с данными каталогов «Tycho-2» и XPM. В окончательной версии нашего каталога оставлены только данные для объектов, которые есть в одном из этих каталогов. В предлагаемом нами каталоге содержатся данные для 15335 тыс. звезд. Для перехода на эпоху J2000.0 использованы собственные движения звезд, взятые из каталога XPM. Они также приводятся нами в каталоге наряду с положениями звезд на эпоху и равноденствие J2000.0, звездными B -величинами и средними эпохами наблюдений. Каталог разбит на 184 полградусные зоны.

Погрешности каталога, полученные по внутренней сходимости для звезд, кратность перекрытия которых разными пластинками составляет от двух до четырех (иногда достигает даже восьми) приводится в табл. 1.

Таблица 1. Средние погрешности координат и B -величин для различных кратностей перекрытия

Кратность перекрытия	S_x	S_y	S_B	Количество звезд
1	0.23"	0.23"	0.22 ^m	7017229
2	0.20	0.24	0.13	5169189
3	0.14	0.17	0.11	1663364
4	0.11	0.12	0.07	1000220
5	0.10	0.11	0.06	306172
>5	0.08	0.10	0.05	179299
>1	0.16	0.16	0.11	8318244
Все звезды	0.20	0.21	0.16	15335473

Таблица 2. Средние квадратичные погрешности координат и звездных величин звезд каталога ФОН в зависимости от звездной величины для перекрытия больше единицы

B	S_x	S_y	S_B	Количество звезд
4...5 ^m	0.28"	0.29"	0.21 ^m	19
5...6	0.31	0.38	0.18	138
6...7	0.28	0.35	0.19	643
7...8	0.26	0.33	0.19	2213
8...9	0.26	0.32	0.18	7499
9...10	0.23	0.27	0.14	30363
10...11	0.18	0.19	0.09	103000
11...12	0.14	0.14	0.05	320484
12...13	0.13	0.13	0.05	818671
13...14	0.16	0.17	0.08	2297042
14...15	0.19	0.22	0.14	3720039
15...16	0.20	0.27	0.18	1014964
16...17	0.20	0.27	0.17	3168
По всем интервалам	0.17	0.20	0.12	8260823

Итак, каталог ФОН содержит около 7 млн одиночных и немногим больше 8 млн звезд с кратностью перекрытия больше единицы, как это видно из таблицы. Более детальные исследования точности нашего каталога приведены в работе [7].

В табл. 2 эти же погрешности посчитаны для разных интервалов блеска звезд.

Заключение. В выполнении данной работы активное участие принимали: В. С. Кислюк, А. И. Яценко, Г. А. Иванов, Л. К. Пакуляк, В. Н. Андрук, В. В. Головня, Е. М. Ижакевич, Т. П. Сергеева, С. В. Ша-тохина. Они и являются авторами представленного здесь каталога ФОН-2.0, размещенного на сайте ГАО НАН Украины для свободного доступа. Авторами настоящей статьи сделана попытка систематизировать полученную информацию по программе ФОН и привести результаты ее выполнения.

Конечно, полученный каталог ни по объему, ни по точности не может сравниться с нынешними глубокими обзорами неба 2MASS, UCAC, GSC, PPMX, XPM и т. п. Данная работа была предпринята, с одной стороны, с целью завершения программы ФОН в максимально полном объеме, а с другой стороны, для подробного исследования возможности планшетных сканеров. Являясь по сути однокоординатными измерительными приборами (точность определения координат вдоль направления движения измерительной линейки в несколько раз хуже, чем вдоль самой линейки), они дают возможность с приемлемой точностью определять по астронегативам координаты и блеск звезд и других небесных объектов.

Необходимо отметить, что во время выполнения данной работы были созданы соответствующие методики и программы, что является важным с точки зрения их будущего использования для получения информации с огромного количества астронегативов, хранящихся в архивах астрономических обсерваторий Украины.

1. Андрук В. М., Бутенко Г. З., Яценко А. И. Фотометрия плативок, оцифрованных сканером Microtek ScanMaker 9800XL TMA // Кинематика и физика небес. тел.—2010.—**26**, № 3.—С. 76—82.
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. Головня В., Андрук В., Яценко А. Астрометрія плативок ПША, оцифрованих сканером Microtek ScanMaker 9800XL TMA // Журн. фіз. досліджень.—2010.—**14**, № 2.—С. 2902.
5. Кислюк В. С., Яценко А. И., Иванов Г. А., Пакуляк Л. К., Сергеева Т. П. ФОНАК: астрографический каталог программы ФОН // Кинематика и физика небес. тел.—2000.—**16**, № 6.—С. 483—496.
6. Колчинский И. Г., Онегина А. Б. План фотографирования неба на широкоугольных астрографах // Астрометрия и астрофизика.—1977.—Вып. **33**.—С. 11—16.
7. Яценко А. И., Андрук В. Н., Головня В. В., Пакуляк Л. К., Иванов Г. А. Результаты сканирования снимков 60-й зоны программы ФОН — методика редукции измерений, характеристика выходного каталога // Кинематика и физика небес. тел.—2011.—**27**, № 5.—С. 249—256.

Статья поступила в редакцию 08.05.15