

**В.Н. Андрук¹, Л.К. Пакуляк¹, В.В. Головня¹, С.В. Шатохина¹,
Е.М. Ижакевич¹, Ю.И. Процюк², И. Еглитис³, М. Еглите³, Л.В. Казанцева⁴,
Е. Рельке⁵, К.Х. Йулдошев⁶, М.М. Муминов⁷**

¹ Главная астрономическая обсерватория НАН Украины, ул. Академика Заболотного, 27, Киев, 03680, Украина, тел. +38 (044) 5 264 768

² Научно-исследовательский институт «Николаевская астрономическая обсерватория»,
ул. Обсерваторная, 1, Николаев, 54030, Украина, тел. +38 (0512) 477 014

³ Обсерватория Балдоне Института астрономии Латвийского университета, Балдоне, Латвия, LV-2125, тел. +371 679 328 63

⁴ Астрономическая обсерватория Киевского национального университета им. Т. Шевченко,
ул. Обсерваторная, 3, Киев, 04053, Украина, тел. +38 (044) 4 862 691

⁵ Вальтер Хоманн обсерватория, ул. Валнейер, 159, Эссен, 45133, Германия, тел. +49 201 493 941

⁶ Астрономический институт АН Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан, факс: +998 712 344 867, тел. +998 712 358 102

⁷ Андижанский государственный университет Республики Узбекистан, Андижан, Узбекистан, факс: +998 742 238 830

О ФОТОМЕТРИИ ЗВЕЗД С ОЦИФРОВАННЫХ АСТРОНЕГАТИВОВ



Обсуждаются вопросы построения характеристических кривых для астронегативов, экспонированных в широком диапазоне экспозиций в U-, V-полосах системы Джонсона на различных телескопах. Фотопластинки с изображениями звездных полей оцифрованы при помощи сканеров фирмы Epson; fits-файлы обработаны в программной среде MIDAS/ROMAFOT. Точность построения характеристических кривых с применением фотоэлектрических измерений звезд заключена в пределах $0,1-0,2^m$.

Ключевые слова: U и V звездные величины звезд, обработка оцифрованных астронегативов.

В ГАО НАН Украины в 2004 г. было создано базовое программное обеспечение в программной среде LINUX/MIDAS/ROMAFOT с целью получения прямоугольных координат и фотометрических характеристик объектов, зарегистрированных на оцифрованных астронегативах [1, 2]. Параллельно на языке ФОРТРАН были разработаны и начали успешно применяться программы по определению экваториальных координат и фотометрических величин звезд, галактик, спутников больших планет, астероидов и других объектов [3, 4, 5, 6]. К настоящему времени уже успешно реализована обработка больших массивов изображений пластинок и получены каталоги положений и звездных величин объек-

тов по различным наблюдательным программам:
 + программе Фотографического обзора неба (ФОН) (обработано 2260 пластинок киевской части программы и создан каталог положений и V-величин 19,5 млн звезд и галактик) [7, 8];
 + первой эпохи наблюдений для получения собственных движений в окрестностях рассеянных скоплений (обработано 290 пластинок, снятых в Николаевской астрономической обсерватории; получен каталог положений и V-величин 2,7 млн звезд) [9];
 + спутникам Сатурна (1385 положений из обработки 250 астронегативов) [10];
 + других объектов [11];
 + наблюдениям Урана и Нептуна (1575 положений, полученных на разных обсерваториях [12];
 + Плутона (59 положений) [13] и прочее [14].
 В 2015 году начато сканирование и обработ-

© В.М. АНДРУК, Л.К. ПАКУЛЯК, В.В. ГОЛОВНЯ,
С.В. ШАТОХИНА, О.М. ІЖАКЕВИЧ, Ю.І. ПРОЦЮК,
І. ЕГЛІТІС, М. ЕГЛІТЕ, Л.В. КАЗАНЦЕВА, О. РЕЛЬКЕ,
К.Х. ЙУЛДОШЕВ, М.М. МУМІНОВ, 2017

ка 2200 пластинок Китабской части программы ФОН (от 0 до -20°) [15, 16], а также 750 пластинок, экспонированных в U -полосе на 1,2м-телескопе Шмидта [17]. Звездные величины объектов, зарегистрированных на астро-негативах, редуцированы в систему каталога Tycho2 или в систему U, V фотоэлектрических измерений звезд [18, 19, 20, 21].

ЭТАПЫ ОБРАБОТКИ АСТРОНЕГАТИВОВ

Процесс извлечения полезной информации из оцифрованных пластинок с изображениями звездных полей состоит из следующих основных этапов:

1) оцифровка астро-негативов на коммерческих сканерах типа Microtek и Epson, режим сканирования – 1200 dpi [22, 23];

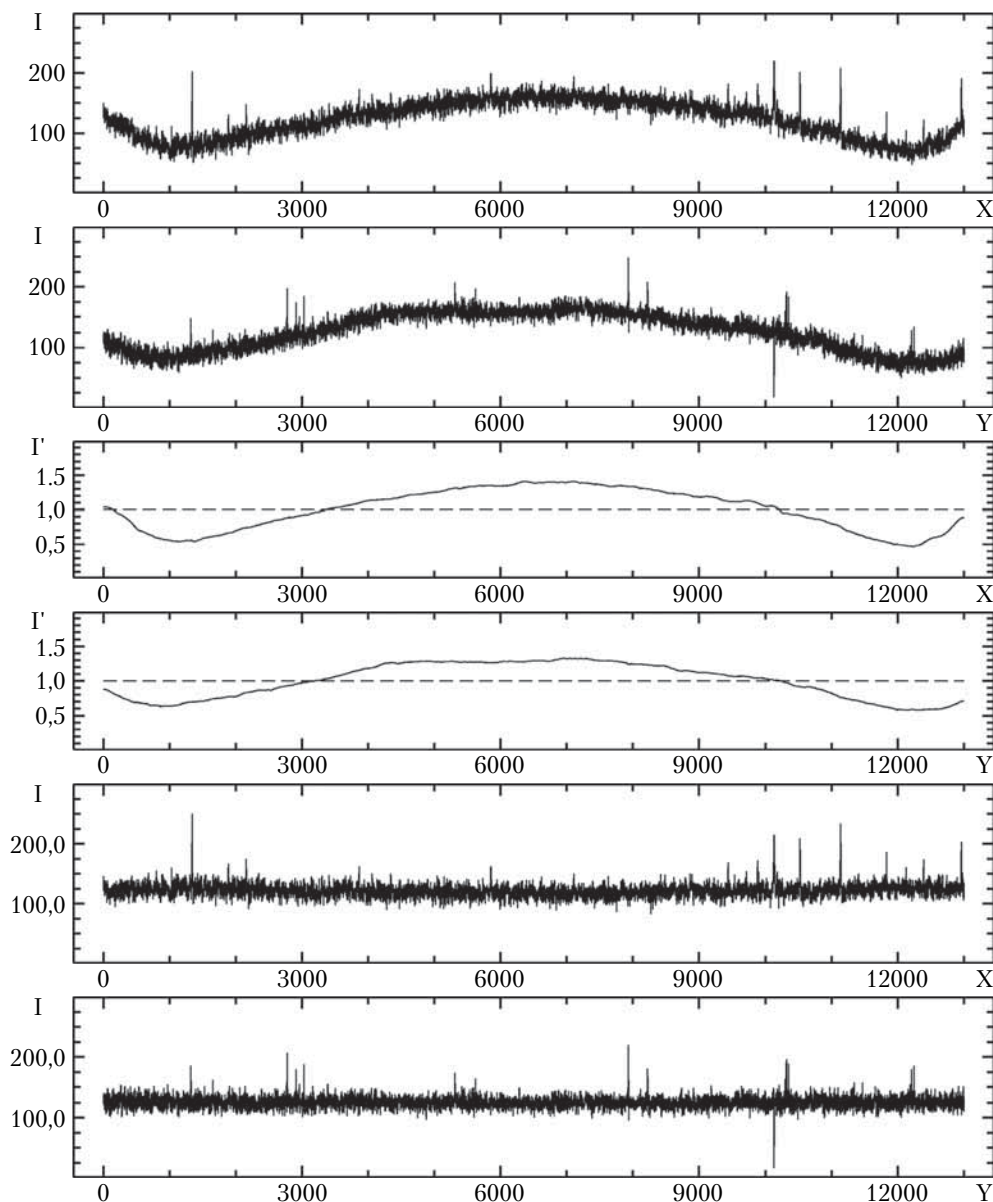


Рис. 1. Фотометрическое выравнивание оцифрованного астро-негатива. Пример центральных фотометрических разрезов по координатам X, Y для пластинки № 219 программы ФОН

2) преобразование файлов из 16-битного формата tiff в 8-битный формат fits при помощи пакета GIMP;

3) вычисление в среде MIDAS/ROMAFOT прямоугольных координат X, Y и фотометрических инструментальных величин m, f для всех зарегистрированных на астронегативе объектов;

4) разделение зарегистрированных объектов (при необходимости) на экспозиции [24];

5) составление вспомогательного файла данных для отождествления прямоугольных и экваториальных координат опорных звезд [25];

6) астрометрическая редукция для всех объектов в систему экваториальных координат α, δ каталога Tycho2 на эпоху экспонирования пластинок;

7) фотометрическая редукция инструментальных звездных величин m в систему фотоэлектрических U_{pe}, B_{pe} величин.

Перед вычислением в среде ROMAFOT данных о зарегистрированных объектах в среде MIDAS делается фотометрическое выравнива-

ние оцифрованного кадра с изображением звездного поля. На рис. 1 показан пример центральных фотометрических разрезов по координатам X, Y для пластинки № 219 программы ФОН: на двух верхних панелях — для первичного скана, на средних панелях — нормированный разрез для огибающих плоского поля пластинки, на нижних панелях — результирующие разрезы после коррекции первичного скана за огибающую плоского поля пластинки; для оцифрованных пластинок плоское поле — сглаженное трехмерное изображение распределения плотности почернения пластинки после удаления из нее экспонированных объектов.

Более подробно процесс фиксации зарегистрированных объектов иллюстрируется на рис. 2 для участка пластинки № 15652, экспонированной в U -полосе на 1,2-метровом телескопе Шмидта в Балдоне (Латвия). Последовательно на панелях представлено: a — трехмерная проекция отсканированного участка; b — построенные вершины для переэкспонированных

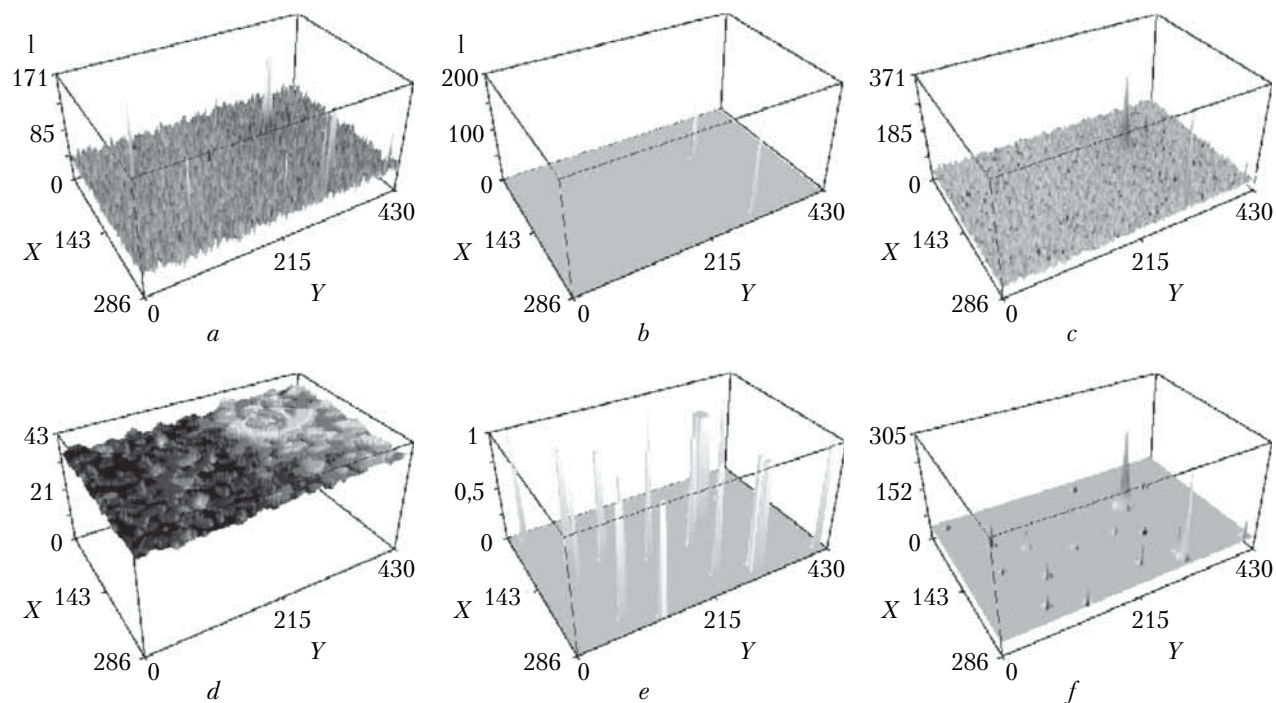


Рис. 2. Иллюстрация обработки в пакете MIDAS/ROMAFOT участка пластинки № 15652, экспонированной в U -полосе на 1,2м-телескопе Шмидта в Балдоне

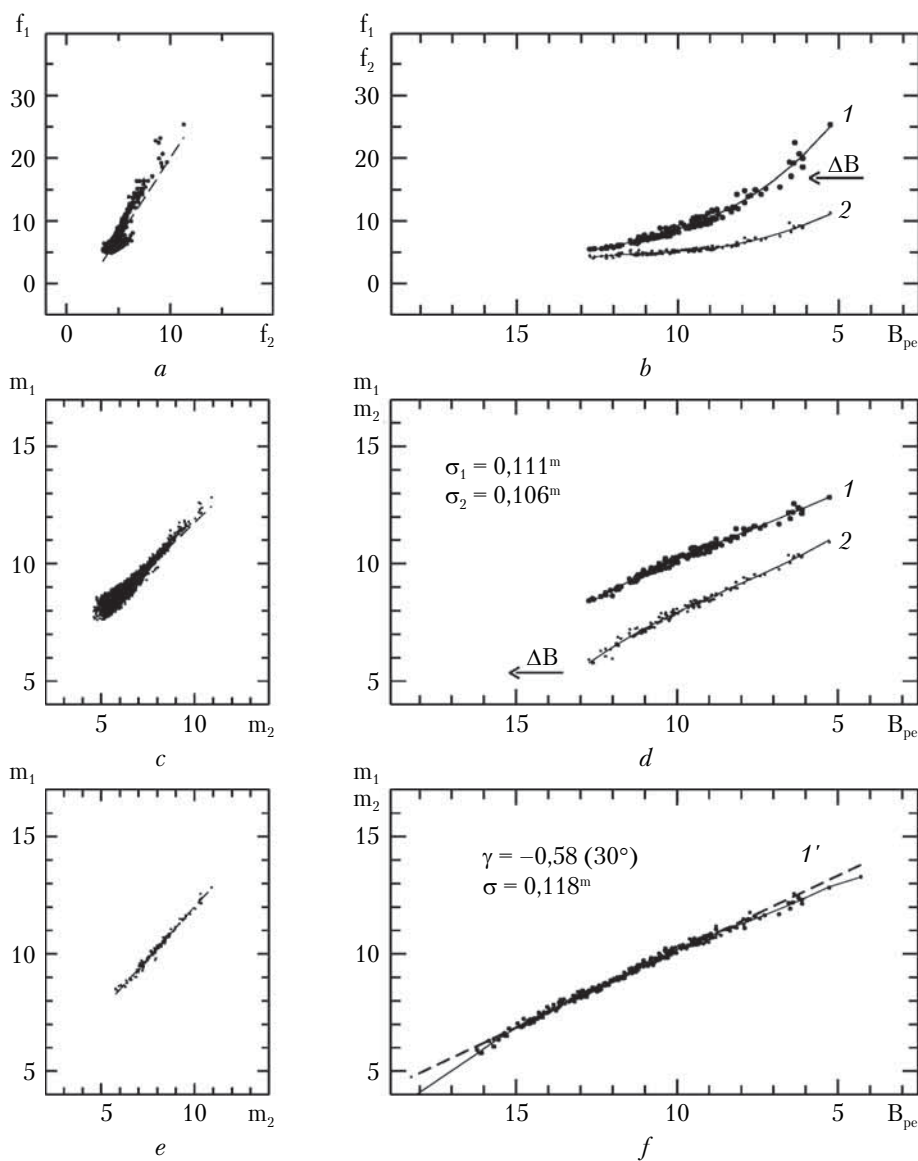


Рис. 3. Характеристические кривые для двух экспозиций астронегатива № 1 программы ФОН (Телескоп ДША, Киев)

звезд; *c* – сумма двух предыдущих проекций; *d* – плоское поле для этого участка (звезды удалены); *e* – диафрагмы для объектов; *f* – конечный вид перед обработкой в ROMAFOТ.

ФОТОМЕТРИЯ ЗВЕЗД С ДВУМЯ ЭКСПОЗИЦИЯМИ

На рис. 3 представлены характеристические кривые 1 и 2 для длинной (20 мин) и короткой

(20 с) экспозиций астронегатива № 1 программы ФОН (Телескоп ДША, Киев). На панели *a* показана связь диаметров изображений звезд f_1 длинной экспозиции относительно короткой f_2 ; на панели *b* – связь диаметров изображений звезд двух экспозиций f_1, f_2 и фотоэлектрических величин звезд B_{pe} ; на панели *c* – связь инструментальных величин m_1 и m_2 для всех звезд, имеющих две экспозиции; на панели *d* – харак-

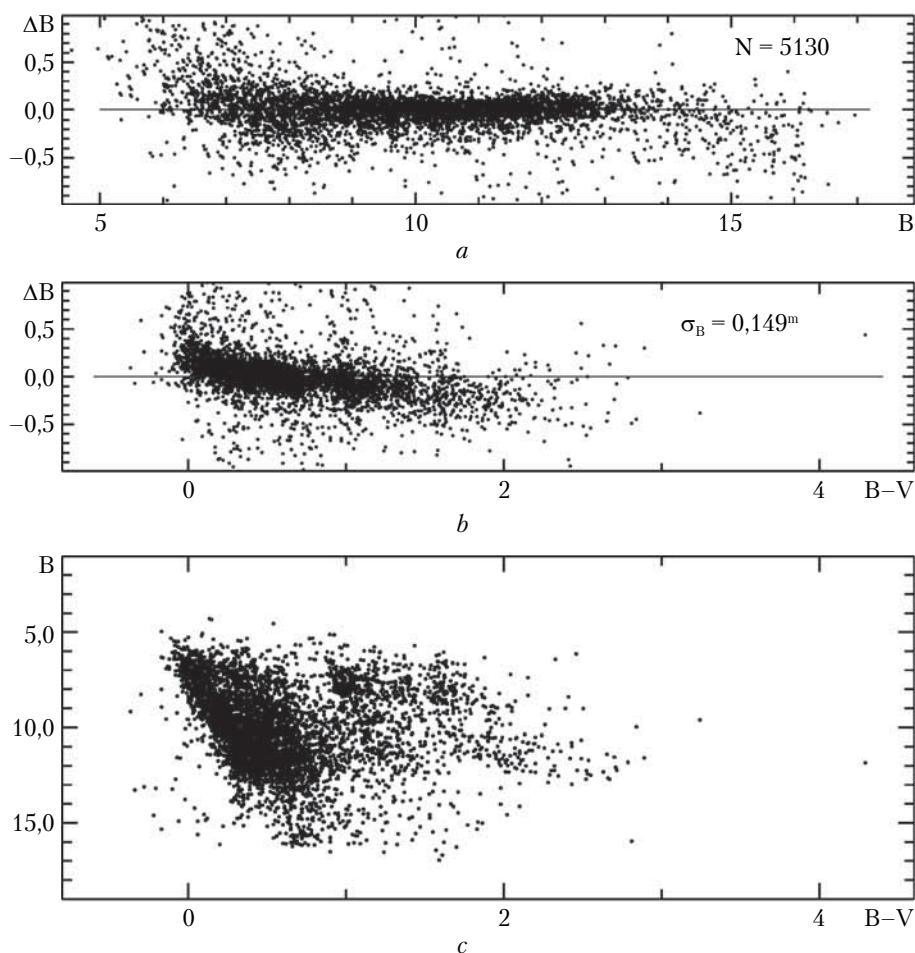


Рис. 4. Фотометрические ошибки каталога околополюсной области ФОН. На верхних панелях *a* и *b* представлены разности ΔB для звездных B_{ph} -величин каталога и фотоэлектрических B_{pe} -величин относительно фотоэлектрических B_{pe} и $(B-V)_{\text{pe}}$ значений для $N_{\text{pe}} = 5130$ звезд

теристические кривые астронегатива для двух экспозиций; на панели *e* — связь инструментальных величин m_1 и m_2 двух экспозиций для звезд, имеющих фотоэлектрические звездные величины; на панели *f* — комбинированная характеристическая кривая. Ошибки (в виде разностей между сосчитанными и фотоэлектрическими B -величинами) построения характеристической кривой для расстояния от центра пластинки R , показателя цвета $B-V$ и фотоэлектрических величин B_{pe} незначительны и имеют значение порядка $0,1^m$. Комбинированная характеристическая кривая *1'* получена пу-

тем сдвига на рассчитываемую для каждой пластинки величину ΔB значений B -величин для короткой экспозиции *2* для продолжения кривой *1* для длинной экспозиции в область слабых и предельно слабых звезд $>13^m$. На практике кривая вида *1'* использовалась для определения фотографических B_{ph} величин звезд и галактик, зарегистрированных на всех 2260 астронегативах программы ФОН. В результате выполнения программы ФОН был создан каталог, который содержит 19 451 751 звезд и галактик до $B \leq 16,5^m$ на эпоху 1988.1 г. Координаты звезд и галактик получены в системе каталога Tycho2,

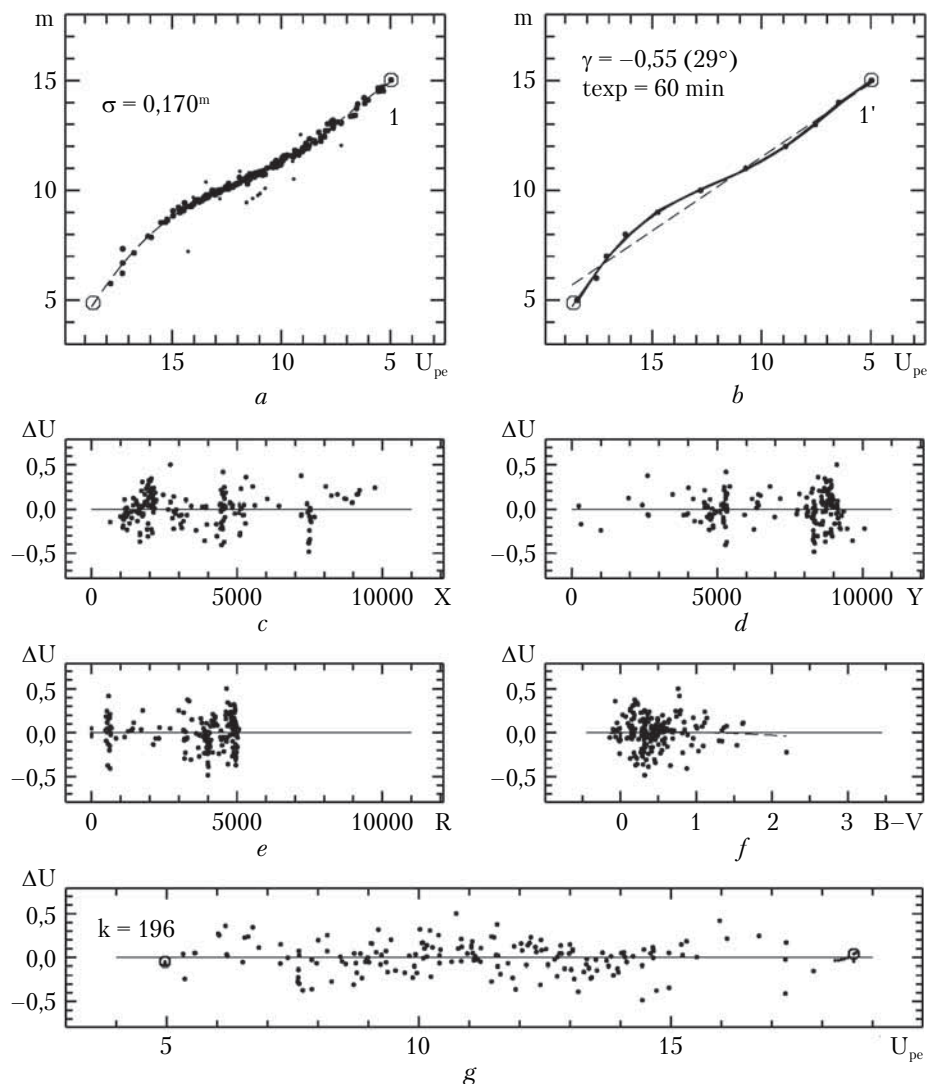


Рис. 5. Характеристическая кривая астронегатива № 1335 и ошибки ее построения (1,2м-телескоп Шмидта, Балдоне). Ошибки даны в виде разностей между сосчитанными U -величинами и их фотоэлектрическими значениями U_{pe} относительно прямоугольных координат X и Y , расстояния от центра пластинки R , показателя цвета $B-V$ и фотоэлектрических величин U_{pe}

B -величины в системе фотоэлектрических стандартов [18, 19, 20, 21]. Внутренняя точность каталога для всех объектов составляет $\sigma_{\alpha\delta} = \pm 0,23''$ и $\sigma_B = \pm 0,14^m$ (для звезд в интервале $B = 7^m - 14^m$ ошибки равны $\sigma_{\alpha\delta} = \pm 0,10''$ и $\sigma_B = \pm 0,07^m$) для экваториальных координат и звездных B -величин соответственно. Сходимость между вычисленными нами и опорными положениями со-

ставляет $\sigma_{\alpha\delta} = \pm 0,06''$, а сходимость с фотоэлектрическими звездными B_{pe} -величинами в интервале $B = 5^m - 17^m$ равна $\sigma_B = \pm 0,15^m$. На рис. 4 поданы фотометрические ошибки каталога околополюсной области программы ФОН. На верхних панелях a и b даны разности ΔB для звездных B_{ph} -величин каталога и фотоэлектрических B_{pe} -величин относительно фо-

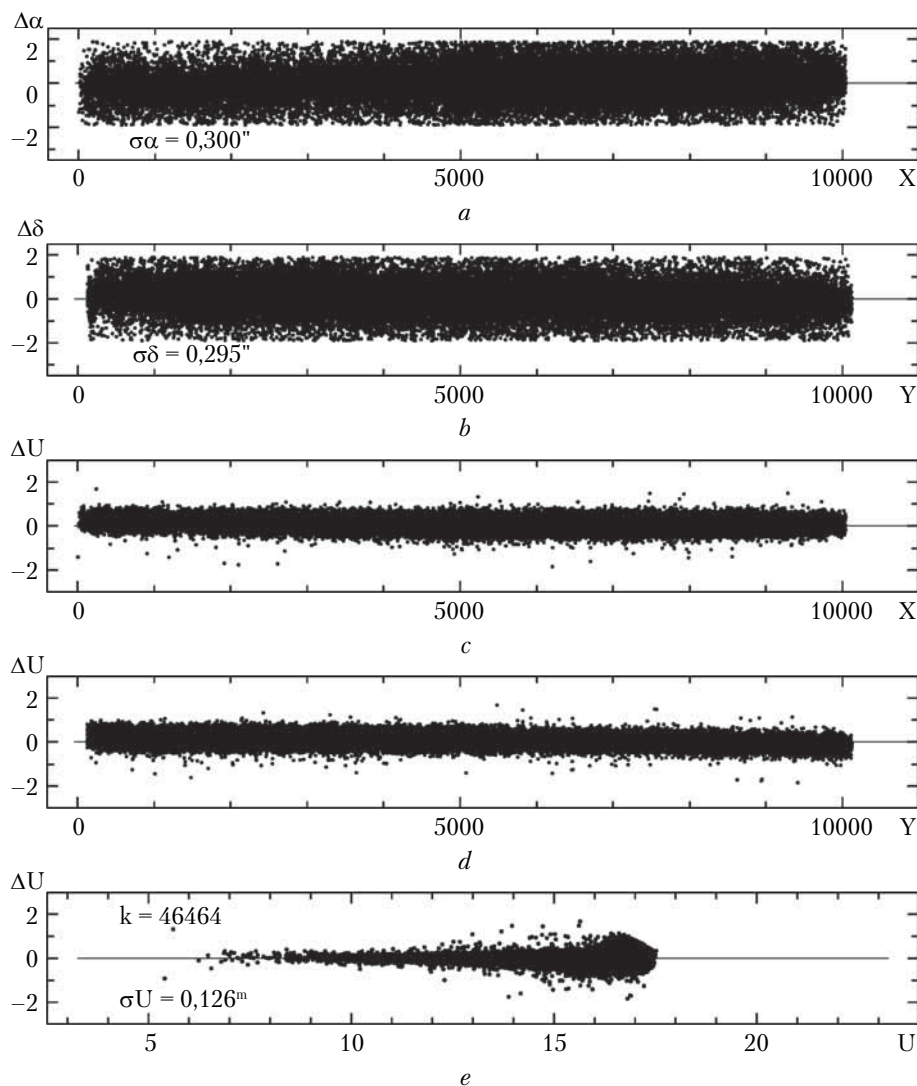


Рис. 6. Ошибки разностей сосчитанных координат (панели *a, b*) и *U*-величин звезд (панели *c, d, e*), отождествленных на двух астронегативах № 1355 и № 1335 1,2-метрового телескопа Шмидта в Балдоне. Разности даны относительно прямоугольных координат *X* и *Y* и звездных *U*-величин

тоэлектрических B_{pe} - и $(B-V)_{pe}$ -значений для $N_{pe} = 5130$ звезд. Заметно влияние уравнения цвета (панель *b*), что характерно для рефракторов типа ДША.

ФОТОМЕТРИЯ ЗВЕЗД С ОДНОЙ ЭКСПОЗИЦИЕЙ

На рис. 5 показана характеристическая кривая астронегатива № 1335 и ошибки ее построе-

ния (1,2-метровый телескоп Шмидта, Балдоне, рабочее поле примерно 20 кв. градусов). Ошибки $\sigma = \pm 0,17^m$ для $k = 195$ звезд даны в виде разностей между сосчитанными *U*-величинами и их фотоэлектрическими значениями U_{pe} относительно прямоугольных координат *X* и *Y*, расстояния от центра пластинки *R*, показателя цвета $B-V$ и фотоэлектрических величин U_{pe} . Для контроля достоверности построения характе-

ристических кривых для астронегативов с одной экспозицией на рис. 6 приведены ошибки разностей сосчитанных координат (панели *a, b*) и *U*-величин звезд (панели *c, d, e*), отождествленных на двух астронегативах № 1355 и № 1335 1,2-метрового телескопа Шмидта в Балдоне (Латвия). Астронегативы сняты с экспозициями по 60 мин. Среднее значение ошибки разностей звездных *U*-величин, сосчитанных по двум астронегативам, составляет $\sigma_U = \pm 0,13^m$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для астронегативов с двумя экспозициями программно реализован метод построения характеристических кривых, получены конкретные результаты в виде каталогов положений и *B*-величин звезд и галактик. Для астронегативов с одной экспозицией для корректного построения характеристических кривых ведется поиск эмпирической или аналитической связи между измеренными и опорными значениями звездных величин при отсутствии фотометрических стандартов для области предельно слабых звезд.

ЛИТЕРАТУРА

1. Andruk V.M., Vidmachenko A.D., Ivaschenko Yu.M. Processing of CCD frames of images of star fields without the frame of a flat field using new software in program shell of MIDAS/ROMAFOT. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. Suppl. 2005. No. 5. С. 413–416.
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 небесных тел*. 2005. № 5. С. 396–400.
3. Андрук В., Пакуляк Л. Дослідження можливості використання сканерів Microtek для фотометрії зір. *Журнал фізичних досліджень*. 2007. № 3. С. 329–333.
4. Головня В., Андрук В., Яценко А. Астрометрія платівок ПША, оцифрованих сканером MICROTEK SCANMAKER 9800XL TMA. *Журнал фізичних досліджень*. 2010. № 2. С. 1–8.
5. Андрук В.М., Бутенко Г.З., Яценко А.И. Фотометрия пластинок, оцифрованных сканером MICROTEK SCANMAKER 9800XL TMA. *Кинематика и физика небесных тел*. 2010. Т. 26. № 3. С. 75–81.
6. Andruk V.M., Pakuliak L.K., Golovnya V.V., Ivanov G.O., Yizhakevych O.M., Protsyuk Yu.I., Shatokhina S.V. *Catalogue of star positions and B-magnitudes in 60-th declination zone based on UkrVO Joint Digital Archive*. URL: <https://arxiv.org/abs/1512.05535>.
7. Андрук В.Н., Головня В.В., Иванов Г.А., Ижакевич Е.М., Пакуляк Л.К., Процюк Ю.И., Шатохина С.В. Каталог экваториальных координат и *B*-величин звезд околополюсной области программы ФОН. *Кинематика и физика небесных тел*. 2016. Т. 32. № 1. С. 56–69.
8. Андрук В.Н., Пакуляк Л.К., Головня В.В., Иванов Г.А., Яценко А.И., Шатохина С.В., Ижакевич Е.М. Каталог экваториальных координат и *B*-величин звезд программы ФОН. *Кинематика и физика небесных тел*. 2016. Т. 32. № 5. С. 1–6.
9. Процюк Ю.И., Мартынов М.В., Мажаев А.Э., Ковылянская О.Э., Процюк С.В., Андрук В.Н. Создание каталогов координат и собственных движений звезд с использованием совместной обработки архивных фотографических и современных ПЗС наблюдений. *Кинематика и физика небесных тел*. 2014. Т. 30. № 6. С. 54–65.
10. Yizhakevych O.M., Andruk V.M., Pakuliak L.K. Catalog of astronomical positions of Saturn's moons obtained by photographic observations at the MAO NASU 1961–1991. *Odessa Astronomical Publications*. 2015. V. 28. No. 2. С. 213–216.
11. Vavilova I., Golovnya V., Andruk V., Pakuliak L., Yizhakevych O., Shatokhina S., Protsyuk Yu., Kazantseva L., Lukianchuk V. The scientific use of the UkrVO joint digital archive: GRBs fields, Pluto, and satellites of outer planets. *Odessa Astronomical Publications*. 2014. V. 27. No. 1. С. 65–66.
12. Protsyuk Y., Yizhakevych O., Kovylianska O., Protsyuk S., Andruk V., Kashuba S., Kazantseva L. Uranus and Neptune from UkrVO digital archive: structure, quality analysis. *Odessa Astronomical Publications*. 2015. V. 28. No. 2. С. 204–206.
13. Казанцева Л.В., Шатохина С.В., Процюк Ю.И., Ковылянская О.Э., Андрук В.Н. Результаты обработки оцифрованных фотографических наблюдений Плутона из коллекций УкрВО. *Кинематика и физика небесных тел*. 2015. Т. 31. № 1. С. 58–80.
14. Protsyuk Y., Andruk V., Mazhaev A., Kovylianska O., Protsyuk S., Golovnya V. Determination of proper motions of circumpolar stars by using images from UkrVO plate archives. *Odessa Astronomical Publications*. 2015. V. 28. No. 2. С. 302–303.
15. Andruk V.M., Relke H., Protsyuk Y.I., Muminov M.M., Ehgamberdiev Sh.A., Yuldoshev Q.X., Golovnya V.V. Comparison of zero zone catalogues of the FON program based on the Kyiv and Kitab observations. *Odessa Astronomical Publications*. 2015. V. 28. No. 2. С. 188–191.
16. Муминов М.М., Эгамбердиев Ш.А., Латыпов А.А., Каххаров Б.Б., Йулдошев К.Х., Андрук В.Н., Головня В.В. Каталог экваториальных координат и *B*-ве-

- личин звезд экваториальной зоны программы ФОН на основе обработки оцифрованных астронегативов Китайской обсерватории. *Известия ГАО в Пулковке*. 2016. № 223. С. 339–344.
17. Alksnis A., Balklavs A., Eglitis I., Paupers O. Baldone Schmidt telescope plate archive and catalogue. *Baltic Astronomy*. 1998. No. 7. С. 653–668.
 18. Kornilov V.G., Volkov I.M., Zakharov A.I., Kozyreva V.S., Kornilova L.N., Krutyakov A.N., Krylov A.N., Kusaikin A.V., Leontiev A.V., Mironov A.V., Moshkaliov V.G., Pogrosheva T.M., Sementsov V.N., Khaliulin Kh.F. *Catalogue of WBVR magnitudes of bright stars in the Northern sky*. Moscow. 1991.
 19. Mermilliod J.C. *VizieR Online Data Catalog: Homogeneous Means in the UBV System* (Mermilliod 1991). URL: http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/nph-data_query?bibcode=2006yCat.2168....0M&link_type=DATA&db_key=AST&high=.
 20. Andruk V.M., Kharchenko N.V., Schilbach E., Scholz R.D. Photometric survey near the main Galactic Meridian. 1. Photoelectric stellar magnitudes and colors in the UBV system. *Astronomische Nachrichten*. 1995. V. 316. No. 4. С. 225–248.
 21. Relke H., Protsyuk Y., Andruk V. The compiled catalogue of photoelectric UBV stellar magnitudes in the Tycho2 system. *Odessa Astronomical Publications*. 2015. V. 28. No. 2. С. 211–212.
 22. Protsyuk Y.I., Andruk V.N., Muminov M.M., Yuldozhev Q.X., Ehgamberdiev Sh.A., Eglitis I., Eglite M., Kovylianska O.E., Golovnia V.V., Kazantseva L.V., Kashuba S.G. Method for evaluating the astrometric and photometric characteristics of commercial scanners in their application for the scientific purpose. *Odessa Astronomical Publications*. 2014. V. 27. No. 1. С. 61–62.
 23. Protsyuk Y.I., Kovylianska O.E., Protsyuk S.V., Andruk V.M. Results of processing of astronegatives with commercial scanner. *Odessa Astronomical Publications*. 2014. V. 27. No. 1. С. 63–64.
 24. Андрук В., Иванов Г., Яценко А., Головня В., Їжакевич О., Пакуляк Л., Шатохіна С. Астрометрія платівок ДША, оцифрованих двома типами сканерів. Розділення зображень зір двох експозицій. *Вісник КНУ ім. Т. Шевченка*. Сер. «Астрономія». 2012. № 48. С. 11–13.
 25. Protsyuk Y.I., Andruk V.N., Kazantseva L.V. Software for processing of digitized astronegatives from archives and Databases of Virtual Observatory. *Odessa Astronomical Publications*. 2014. V. 27. No. 1. С. 59–60.
- shell of MIDAS/ROMAFOT. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. Suppl. 2005. No. 5. P. 413-416.
2. Andruk V.N., Ivanov G.A., Pogoreltsev M.T., Yatsenko A.I. On application of a scanner for determination of coordinates and photometric characteristics of stars from FON program plates. *Kinematika Fiz. Nebesnykh Tel*. 2005. **21**, No. 5. P. 396–400 [in Russian].
 3. Andruk V., Pakuliak L. A trial Microtek Scan Maker application for star photometry. *Journal of Physical Studies*. 2007. **11**. No. 3. P. 329–333.
 4. Golovnya V., Andruk V., Yatsenko A. Astrometry of the plates of the DWA digitized with the Microtek ScanMaker 9800XL TMA scanner. *Journal of Physical Studies*. 2010. **14**. No. 2. P. 1-8.
 5. Andruk V.M., Butenko G.Z., Yatsenko A.I. Photometry of plates digitized using MICROTEK SCANMAKER 9800XL TMA scanner. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. 2010. **26**. No. 3. P. 146–150.
 6. Andruk V.M., Pakuliak L.K., Golovnya V.V., Ivanov G.O., Yizhakevych O.M., Protsyuk Yu.I., Shatokhina S.V. *Catalogue of star positions and B-magnitudes in 60-th declination zone based on UkrVO Joint Digital Archive*. 2015, Available at: <https://arxiv.org/abs/1512.05535>.
 7. Andruk V.M., Golovnia V.V., Ivanov G.A., Yizhakevich E.M., Pakuliak L.K., Protsyuk Yu.I., Shatokhina S.V. Catalog of positions and B-magnitudes of stars in the circumpolar region of the Northern Sky Survey (FON) project. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. 2016. **32**. No. 1. P. 38–47.
 8. Andruk V.M., Pakuliak L.K., Golovnia V.V., Ivanov G.O., Yatsenko A.I., Shatokhina S.V., Yizhakevych O.M. Catalog of equatorial coordinates and B-magnitudes of stars of the FON project. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. 2016. **32**. No. 5. P. 261–264.
 9. Protsyuk Yu.I., Martynov M.V., Mazhaev A.E., Kovylianska O.E., Protsyuk S.V., and Andruk V.N. Compiling Catalogs of Stellar Coordinates and Proper Motions via Coprocessing of Archival Photographic and Modern CCD Observations. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*, 2014, Vol. 30, No. 6, pp. 296–303.
 10. Yizhakevych O.M., Andruk V.M., Pakuliak L.K. Catalog of astronomical positions of Saturn's moons obtained by photographic observations at the MAO NASU 1961–1991. *Odessa Astronomical Publications*. 2015, **28**, No. 2, P. 213–216.
 11. Vavilova I., Golovnya V., Andruk V., Pakuliak L., Yizhakevych O., Shatokhina S., Protsyuk Yu., Kazantseva L., Lukanichuk V. The scientific use of the UkrVO joint digital archive: GRBs fields, Pluto, and satellites of outer lanets. *Odessa Astronomical Publications*. 2014, **27**, No. 1, P. 65–66.
 12. Protsyuk Yu., Yizhakevych O., Kovylianska O., Protsyuk S., Andruk V., Kashuba S., Kazantseva L. Uranus and Neptune from UkrVO digital archive: structure,

REFERENCES

1. Andruk V.M., Vidmachenko A.P., Ivashchenko Yu.M. Processing of CCD frames of images of star fields without the frame of a flat field using new software in program

- quality analysis. *Odessa Astronomical Publications*. 2015, **28**, No. 2, P. 204–206.
13. Kazantseva L.V., Shatokhina S.V., Protsyuk Yu.I., Kovylianska O.E., Andruk V.M. Processing results of digitized photographic observations of Pluto from the collections of the Ukrainian Virtual Observatory. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*, 2015, Vol. 31, No. 1, pp. 37–54.
 14. Protsyuk Yu., Andruk V., Mazhaev A., Kovylianska O., Protsyuk S., Golovnia V. Determination of proper motions of circumpolar stars by using images from UkrVO plate archives. *Odessa Astronomical Publications*. 2015, **28**, No. 2, P. 302–303.
 15. Andruk V.M., Relke H., Protsyuk Yu.I., Muminov M.M., Ehgamberdiev Sh.A., Yuldoshev Q.X., Golovnia V.V. Comparison of zero zone catalogues of the FON program based on the Kyiv and Kitab observations. *Odessa Astronomical Publications*. 2015, **28**, No. 2, P. 188–191.
 16. Muminov M.M., Ehgamberdiev Sh.A., Latypov A.A., Kahharov B.B., Yuldoshev Q.X., Andruk V.N., Golovnia V.V. Catalog of equatorial coordinates and B magnitudes of stars in equatorial zone of the northern Sky Survey project based on the digitized plates of the Kitab observatory. *Izv. Gl. Astron. Obs. Pulkove*. 2016, No. 223, P. 339–344 [in Russian].
 17. Alksnis A., Balklavs A., Eglitis A., Paupers O. Baldone Schmidt telescope plate archive and catalogue. *Baltic Astronomy*. 1998, **7**, P. 653–668.
 18. Kornilov V.G., Volkov I.M., Zakharov A.I., Kozyreva V.S., Kornilova L.N., Krutyakov A.N., Krylov A.N., Kusakin A.V., Leontiev A.V., Mironov A.V., Moshkaliov V.G., Pogrosheva T.M., Sementsov V.N., Khaliulin Kh.F. 1991, in Kornilov V.G. (ed.): *Catalogue of WBVR magnitudes of bright stars in the northern sky*, Trudy Gosudarstvennogo astronomicheskogo insituta im. Sternberga, 63, Moscow University [in Russian].
 19. Mermilliod J.C. *VizieR Online Data Catalog: Homogeneous Means in the UBVR System* (Mermilliod 1991). URL: http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/nph-data_query?bibcode=2006yCat.2168....0M&link_type=DATA&db_key=AST&high=.
 20. Andruk V.M., Kharchenko N.V., Schilbach E., Scholz R.-D. Photometric survey near the main Galactic Meridian. 1. Photoelectric stellar magnitudes and colours in the UBVR system. *Astronomische Nachrichten*. 1995. **316**, No. 4. P. 225–248.
 21. Relke E., Protsyuk Yu., Andruk V. The compiled catalogue of photoelectric UBVR stellar magnitudes in the Tycho2 system. *Odessa Astron. Publ.*, 2015, **28**, No. 2, P. 211–212.
 22. Protsyuk Yu.I., Andruk V.N., Muminov M.M., Yuldoshev Q.X., Ehgamberdiev Sh.A., Eglitis I., Eglite M., Kovylianska O.E., Golovnia V.V., Kazantseva L.V., Kashuba S.G. Method for evaluating the astrometric and photometric characteristics of commercial scanners in their application for the scientific purpose. *Odessa Astron. Publ.* 2014, **27**, No 1, P. 61–62.
 23. Protsyuk Yu.I., Kovylianska O.E., Protsyuk S.V., Andruk V.M. Results of processing of astronegatives with commercial scanner. *Odessa Astron. Publ.* 2014, **27**, No. 1, P. 63–64.
 24. Andruk V., Ivanov G., Yatsenko A., Golovnia V., Yizhakevych O., Pakuliak L., Shatokhina S. Astrometry of DWA plates digitalized by two kinds of scanners. Separation of images of the stars from two exposures. *Visnyk Kyiv. Nats. Univ. T. Shevchenko*. Ser. Astron. 2012. No. 48. P. 11–13 [in Ukrainian].
 25. Protsyuk Yu.I., Andruk V.N., Kazantseva L.V. Software for processing of digitized astronegatives from archives and Databases of Virtual Observatory. *Odessa Astron. Publ.* 2014. **27**, No. 1, P. 59–60.

V.M. Andruk¹, L.K. Pakuliak¹,
V.V. Golovnia¹, S.V. Shatokhina¹,
O.M. Yizhakevych¹, Yu.I. Protsyuk²,
I. Eglitis³, M. Eglite³, L.V. Kazantseva⁴,
H. Relke⁵, Q.K. Yuldoshev⁶,
M.M. Muminov⁷

¹Main Astronomical Observatory, the NAS of Ukraine,
27, Akademika Zabolotnoho Str., Kyiv, 03680, Ukraine,
phone: +38 (044) 526 47 68

²Research Institute «Mykolaiv Astronomical Observatory»,
1, Observatorna Str., Mykolaiv, 54030, Ukraine,
tel. +38 (0512) 47-70-14

³Baldones Observatory, Institute of Astronomy,
University of Latvia, Baldone, Latvija, LV-2125,
phone: +371 679 328 63

⁴Astronomical Observatory of Kyiv
Shevchenko National University,

3, Observatorna Str., Kyiv, 04053, Ukraine,
phone: +38 (044) 486 26 91

⁵Walter-Hohmann-Observatory, 159, Wallneyer Str.,
Essen, 45133, Germany, phone: +49 201 493941

⁶Ulugh Beg Astronomical Institute of the Uzbek
Akademy of Sciences, 6, Aqqurgan Str., Tashkent, Uzbekistan,
fax: +998 712 344 867, phone: +998 712 358 102

⁷Andijan State University, 129, Universitetskaja Str.,
Andijan, 170100, Uzbekistan,
fax: +998 742 238 830

ABOUT STAR PHOTOMETRY ON DIGITIZED ASTRONEGATIVES

This paper discusses the issues of characteristic curve restoration for astronegatives exposed in the wide range of expositions in U , B Johnson color bands using different telescopes. Photographic plates are digitized by Epson commercial scanners. Digitized images are processed in MIDAS/ROMAFOT software. The accuracy of characteristic curve restoration using photoelectric data is in the range 0.1–0.2^m.

Keywords: U and B stellar magnitudes, astronegatives, image processing.

В.М. Андрук¹, Л.К. Пакуляк¹, В.В. Головня¹,
С.В. Шатохіна¹, О.М. Їжакевич¹, Ю.І. Процюк²,
І. Еглітіс³, М. Егліте³, Л.В. Казанцева⁴, О. Рельке⁵,
К.Х. Йулдошев⁶, М.М. Мумінов⁷

¹Головна астрономічна обсерваторія НАН України,
вул. Академіка Заболотного, 27, Київ, 03680, Україна,
тел. +38 (044) 5 264 768

²Науково-дослідний інститут
«Миколаївська астрономічна обсерваторія»,
вул. Обсерваторна, 1, Миколаїв, 54030, Україна,
тел. +38 (0512) 477 014

³Обсерваторія Балдоне Інституту астрономії
Латвійського університету, Балдоне, Латвія, LV-2125,
тел. +371 679 328 63

⁴Астрономічна обсерваторія Київського національного
університету ім. Т. Шевченка, вул. Обсерваторна, 3,
Київ, 04053, Україна, тел. +38 (044) 486 26 91

⁵Вальтер Хоманн обсерваторія, вул. Валнейер,
159, Ессен, 45133, Німеччина, тел. +49 201 493 941

⁶Астрономічний інститут АН Республіки Узбекистан,
Ташкент, Узбекистан, факс: +998 712 344 867,
тел. +998 712 358 102

⁷Андижанський державний університет
Республіки Узбекистан, Андижан, Узбекистан,
факс: +998 742 238 830

ПРО ФОТОМЕТРІЮ ЗІР З ОЦИФРОВАНИХ АСТРОНЕГАТИВІВ

Обговорюються питання побудови характеристичних кривих для астронегативів, експонованих у широкому діапазоні експозицій в U -, B -смугах системи Джонсона на різних телескопах. Фотоплатівки із зображеннями зоряних полів оцифровані за допомогою сканерів фірми Epson; fits-файли оброблені в програмному середовищі MIDAS/ROMAFOT. Точність побудови характеристичних кривих з використанням фотоелектричних вимірів зір знаходиться в межах 0,1–0,2^m.

Ключові слова: U та B зоряні величини зір, обробка оцифрованих астронегативів.

Стаття надійшла до редакції 17.10.16