

УДК 523.46-87

**Е. М. Ижакевич, В. Н. Андрук, Л. К. Пакуляк**

Главная астрономическая обсерватория Национальной академии наук Украины  
ул. Академика Заболотного 27, Киев, 03143  
izhak@mao.kiev.ua, andruk@mao.kiev.ua, pakuliak@mao.kiev.ua

**Фотографические наблюдения спутников Сатурна  
в Главной астрономической обсерватории  
НАН Украины в 1961—1990 гг.**

*На основе фотографических наблюдений Сатурна в Главной астрономической обсерватории НАН Украины (ГАО НАН Украины), выполненных с помощью четырех телескопов в течение 1961—1990 гг., получен каталог 1385 астрометрических положений главных спутников Сатурна (S2 — S9) в системе каталога «Tycho-2». Оцифровка астронегативов осуществлялась с помощью сканера «Epson Expression 10000XL» в сером диапазоне 16-bits с пространственным разрешением 1200 dpi. Редукция выполнена благодаря комплексу программ, разработанных и отлаженных в ГАО НАН Украины в операционной среде LINUX-MIDAS-ROMAFOT. Внутренняя погрешность редукции составляет 0.09...0.23 по обеим координатам и 0.27...0.37<sup>m</sup> для фотографической звездной величины в системе каталога «Tycho-2». Выполнено сравнение вычисленных топоцентрических положений спутников с эфемеридными данными IMCCE в режиме online (теории DE405+TASSI,7). Для большинства спутников были определены разностные координаты «спутник минус спутник», которые сравнивались с теоретическими данными (<http://lnfm1.sai.msu.ru/neb/nss/nssephmr.htm>).*

**ФОТОГРАФІЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ СУПУТНИКІВ САТУРНА В ГОЛОВНІЙ АСТРОНОМІЧНІЙ ОБСЕРВАТОРІЇ НАН УКРАЇНИ У 1961—1990 РР.,** Іжакевич О. М., Андрук В. М., Пакуляк Л. К. — На базі фотографічних спостережень Сатурна в Головні астрономічній обсерваторії НАН України, які було виконано за допомогою чотирьох телескопів у 1961—1990 рр., отримано каталог з 1385 астрометричних положень головних супутників Сатурна (S2 — S9) у системі ката-

логу «Tycho-2». Оцифрування астронегативів здійснювалося за допомогою сканера «Epson Expression 10000XL» у сірому діапазоні 16-bits з просторовою роздільною здатністю 1200 dpi. Редуцію виконано завдяки комплексу програм, що були розроблені та налагоджені в ГАО НАН України в операційному середовищі LINUX-MIDAS-ROMAFOT. Внутрішня похибка редуції становить 0.09...0.23 по обох координатах та 0.27...0.37<sup>m</sup> для фотографічної зоряної величини у системі каталогу «Tycho-2». Виконано порівняння обчислених положень супутників з їхніми ефемеридними даними інституту ІМССЕ в режимі on-line (теорії DE405+TASS1,7). Для більшості супутників були визначені різницеві координати «супутник мінус супутник», які порівнювались із теоретичними даними (<http://lnfm1.sai.msu.ru/neb/nss/nssep hmr.htm>).

*PHOTOGRAPHIC OBSERVATIONS OF THE SATURN'S MOONS IN MAO NAS OF UKRAINE IN 1961—1990, by Yizhakevych O. M., Andruk V. M., Pakuliak L. K. — Catalog of 1385 astrometric positions of the Saturn's moons (S2-S9) was obtained with Tycho-2 as reference frame on the basis of photographic observations carried out in MAO NAS of Ukraine during 1961-1990. The digitizing of photographic negatives was done using Epson Expression 10000XL (EE) commercial scanner in a gray scale 16 bits with the resolution 1200 dpi. The reduction was carried out in the LINUX-MIDAS-ROMAFOT software supplemented with additional modules. The internal positional accuracy of the reduction is 0.09...0.23 arcsec for both coordinates, the photometric one is 0.27...0.37 mag for photographic magnitudes of Tycho-2 catalog. The calculated topocentric positions of moons were compared with the ephemeris data DE405+TASS1,7 from IMCCE in on-line mode. For the most moons, the differential coordinates "satellite minus satellite" were derived from the comparison with theoretical data (<http://lnfm1.sai.msu.ru/neb/nss/nssep hmr.htm>).*

## ВВЕДЕНИЕ

Координаты тел Солнечной системы являются основой для решения целого ряда научных и прикладных задач, например для улучшения теории движения планет и их спутников, для согласования ориентации каталожных и динамических систем координат. Созданный в Главной астрономической обсерватории НАН Украины (ГАО НАН Украины) архив фотографических наблюдений DBGPA ГАО НАН Украины [16, 17, 20] (в рамках проекта Объединенного цифрового архива Украинской виртуальной обсерватории (JDA UkrVO) [7, 11, 21—23]) хранит в себе информацию о минувших событиях в космическом пространстве. Извлечение этой информации и её обработка на современном техническом уровне позволяет расширить наши знания о небесных светилах, в частности о планетах и их спутниках.

Ревизия архивных данных показала, что значительная часть наблюдений уже была обработана ранее в процессе накопления наблюдательного материала с привязкой к различным системам опорных каталогов. Поэтому было решено выполнить редукцию всех фотографических наблюдений тел Солнечной Системы на основе единой опорной системы каталога «Tycho-2» с использованием новых методов редукции.

Настоящая работа посвящена редукции фотографических наблюдений главных спутников Сатурна (S2 — S9) с помощью четырех телескопов в период с 1961 по 1990 гг. [14, 15]. Основные ряды наблюдений получены непосредственно в ГАО НАН Украины (Голосиив) на двух телескопах: двойном длиннофокусном астрографе (DLFA,  $D = 40$  см,  $F = 5.5$  м) и двойном широкоугольным астрографе (DWA,  $D = 40$  см,  $F = 2$  м). Несколько коротких серий наблюдений были проведены в экспедиционных условиях в 1986 г. на двойном астрографе Цейса (DAZ,  $D = 40$  см,  $F = 3$  м) Китабской обсерватории Ташкентского университета, и в 1987, 1989, 1990 и 1991 гг. — на 60-см рефлекторе Цейса (Z600,  $D = 60$  см,  $F = 5.5$  м) на горе Майданак (Узбекистан).

## НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

На основе анализа архива Базы данных фотографических наблюдений DBGPA (<http://gua.db.ukr-vo.org>) были выбраны почти 300 пластинок с предполагаемыми изображениями спутников Сатурна. После просмотра и визуального анализа астронегативов мы остановили наш выбор на 250 пластинках. Характеристика выбранного наблюдательного материала содержится в табл. 1.

Методика наблюдений спутников Сатурна заключалась в подборе оптимальных экспозиций для спутников с различной яркостью и различным удалением от планеты (см. табл. 2). Для этого на пластинку производилось экспонирование нескольких снимков различной про-

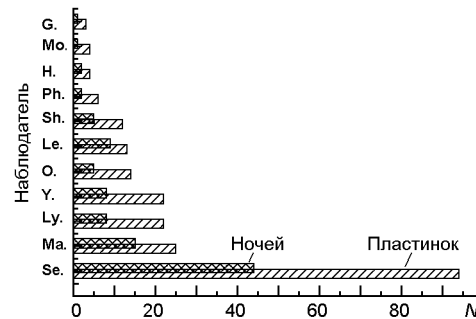
**Таблица 1. Некоторые характеристики наблюдательного материала**

Телескоп, труба	$F$ , м	Масштаб, /мм	Поле, град		Размер пластинки, мм		Спектральная полоса	Тип эмульсии	Период наблюдений
DLFA I	5.5	38.47	2.5	2.5	240	240	Bph	Agfa Astro, ORWO-ZU21, ORWO-ZU2	1961—1984 гг.
DLFA II	5.5	38.47	1.8		160	240	Vph	ORWO-NP27	1982 г.
DWA I, II	2.0	103.13	8.0	8.0	300	300	Bph	ORWO-ZU21	1976—1986 гг.
DAZ I, II	3.0	68.80	5.5	5.5	300	300	Bph	ORWO-ZU21	1986 г.
Z600	7.5	27.50	0.5	0.5	90	120	Bph	ORWO-ZU21, ORWO-ZU2, ORWO-NP27	1987 г., 1990 г.

**Таблица 2. Максимально допустимое видимое удаление  $l$  изображений спутников от Сатурна для четырех телескопов**

Спутник	$V$	$l$ , мм			
		DLFA (38.5 /мм)	DWA (103.1 /мм)	DAZ (68.8 /мм)	Z600 (27.5 /мм)
S2 Enceladus	11.7 <sup>m</sup>	1.1	0.4	0.6	1.5
S3 Tethys	10.3 <sup>m</sup>	1.4	0.5	0.7	1.8
S4 Diona	10.4 <sup>m</sup>	1.7	0.6	0.9	2.3
S5 Rhea	9.7 <sup>m</sup>	2.4	0.9	1.3	3.2
S6 Titan	8.3 <sup>m</sup>	5.5	2.2	3.1	7.5
S7 Hiperion	14.2 <sup>m</sup>	6.7	2.7	3.7	9.1
S8 Japetus	12 <sup>m</sup>	16.1	5.9	8.9	21.8
S9 Phoebe	16.4 <sup>m</sup>	111.0	41.0	62.0	152.0

*Рис. 1.* Гистограмма активности наблюдателей (G. — В. Головня, Мо. — Г. Мороз, Н. — Е. Герц, Ph. — К. Филлипов, Sh. — С. Шатохина, Le. — И. Ледовская, О. — А. Онегина, Y. — О. Ижакевич, Lu. — Р. Лысякова, Ma. — С. Майор, Se. — Е. Середа)



должительности (от нескольких секунд до нескольких минут) с одновременным смещением пластинки в фокальной плоскости телескопа. Сопоставляя масштаб телескопа с величиной видимого максимального удаления спутника от планеты, можно говорить о доступности наблюдений спутников в идеальной ситуации на конкретном инструменте (табл. 2).

Наиболее результативными оказались наблюдения на телескопе DLFA, параметры которого позволили получить изображения семи спутников (S2 — S8). Наименее удачными были наблюдения на телескопе DWA. Здесь уверенный результат получен только для двух спутников (S6, S8). Все наблюдения выполнены сотрудниками ГАО НАН Украины (см. рис. 1).

### РЕДУКЦИЯ

Современный уровень космических исследований требует и современных методов извлечения и обработки информации. В 2008 г. в ГАО НАН Украины были начаты регулярные работы по оцифровке астронегативов Базы данных DBGPA. Оцифровка пластинок с наблюдениями спутников Сатурна производилась на сканере «Epson Expression 10000XL» в сером диапазоне 16-bits с пространственным разрешением 1200 dpi. Обоснование режима сканирования, а также исследование точностных характеристик сканера можно найти в работах [1, 3, 6, 18, 19].

Редукция сканов осуществлялась с помощью комплекса программ, разработанных и отлаженных в ГАО НАНУ в операционной среде LINUX-MIDAS-ROMAFOT. Изначально программы были рассчитаны на обработку астронегативов программы ФОН с большими размерами звездных полей (8 8 , 30 30 см) и значительным количеством опорных звезд на них [2, 4, 13].

Процедура определения экваториальных координат объектов по фотографическим наблюдениям известна: сначала определяются прямоугольные координаты объектов  $x, y$  в системе координат пластинки, затем, после отождествления их со звездами опорного каталога, вычисляются их сферические координаты  $\alpha, \delta$ . Связь между двумя системами координат  $x, y$  и тангенциальными координатами  $\alpha, \delta$  выражается бесконечным степенным рядом, члены которого зависят от выбранного опорного каталога и от количества опорных звезд на пластинке [11, 14, 15, 26]. Вычисление по этим формулам возможно лишь после принятия ограничений относительно количества членов степенного ряда. Варьируя это количество, мы получаем результат с различным уровнем точности. Чем больше опорных звезд попадает на пластинку, тем точнее можно осуществить связь между двумя координатными системами.

На первом этапе обработки цифрового скана проводится его анализ: выявление дефектов эмульсии, определение и устранение ошибок сканера, вычисление прямоугольных координат  $x, y$  (в пикселях) всех объектов пластинки и создание DAT-файла.

Так как почти все наблюдения спутников Сатурна были выполнены в мультиэкспозиционном режиме, созданный комплекс программ пришлось модернизировать для разделения DAT-файла на отдельные самостоятельные файлы по количеству снимков. Для каждого снимка производилось отождествление и выборка опорных звезд из каталога «Tycho-2». В зависимости от количества опорных звезд на снимке принималось решение о применении той или иной редукционной модели.

При редукции наблюдений, полученных с помощью телескопов DWA и DAZ, где количество опорных звезд на снимке более 100 (см.

**Таблица 3.** Количество вычисленных положений спутников, обработанных пластинок, снимков, ночей наблюдений для каждого телескопа, а также значения внутренней погрешности редукции для фотографической звездной величины и сферических координат  $\alpha, \delta$  и  $(N$  — усредненное число опорных звезд «Tycho-2», принимавших участие в редукции)

Телескоп	Спутники	Положений	Пластинок	Снимков	Ночей	$\alpha$	$\delta$	$N$	
DLFA	S2—S5	1017	138	344	61	0.27 <sup>m</sup>	0.09	0.09	75
DWA	S4, S5, S6, S8	101	30	69	13	0.27	0.23	0.22	610
DAZ	S4, S5, S6, S8	95	8	32	7	0.34	0.09	0.10	142
Z600	S2—S9	172	33	66	9	0.37	0.09	0.11	16
Всего	S2—S9	1385	209	511	92				

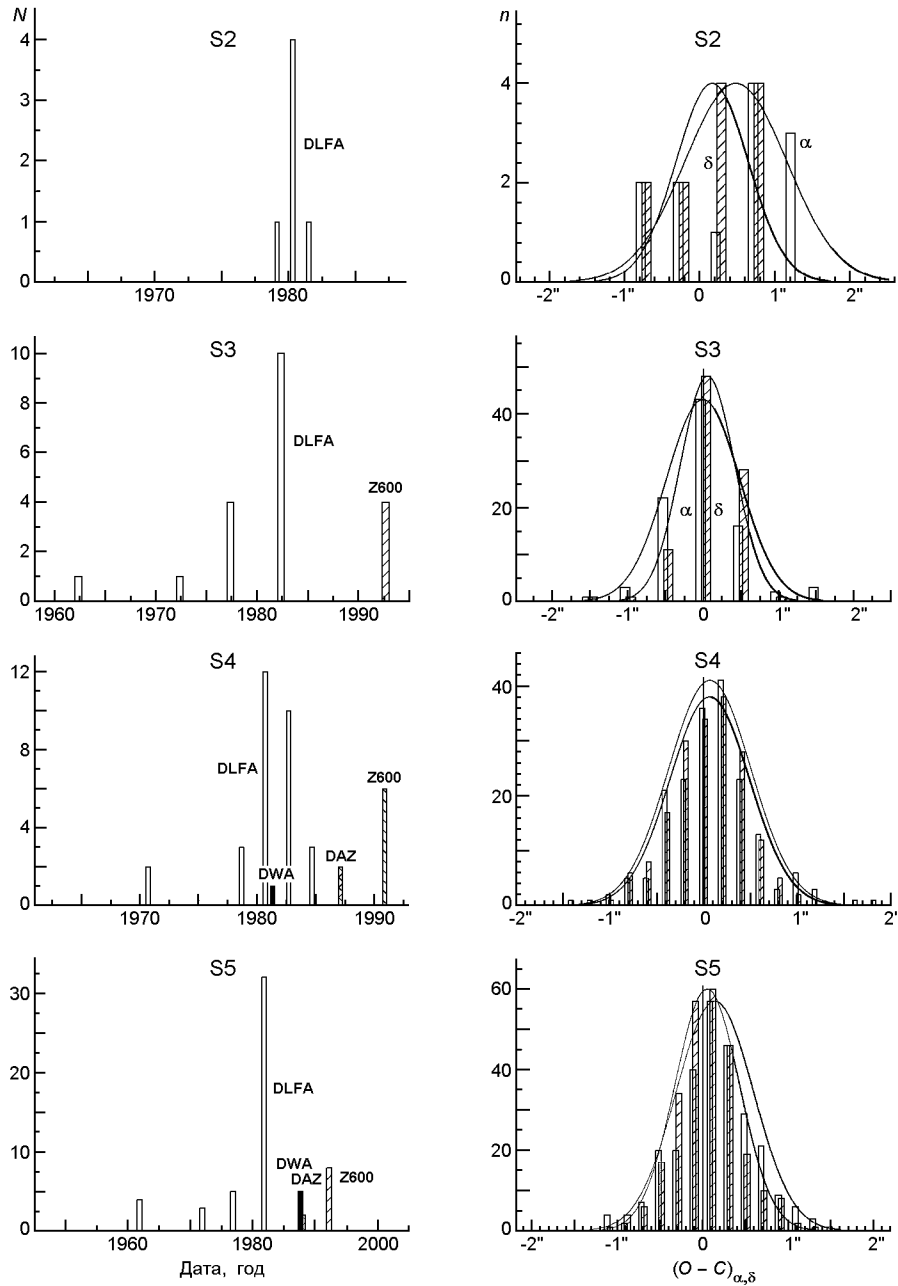


Рис. 2. Гистограммы количества ночей наблюдений (слева) и гистограммы невязок  $(O - C)$ ,  $(O - C)$  (справа) для спутников S2, S3, S4 и S5 при сравнении их вычисленных (наблюденных) положений с теоретическими данными DE405 + TASS 1.7 (IMCCE)

табл. 3), применялся полином шестого порядка. Для обработки наблюдений с DLFA использовался полином третьего порядка. Для пластинок с небольшими размерами звездного поля (Z600) и ограниченным числом опорных звезд на них использовалась линейная модель редукции.

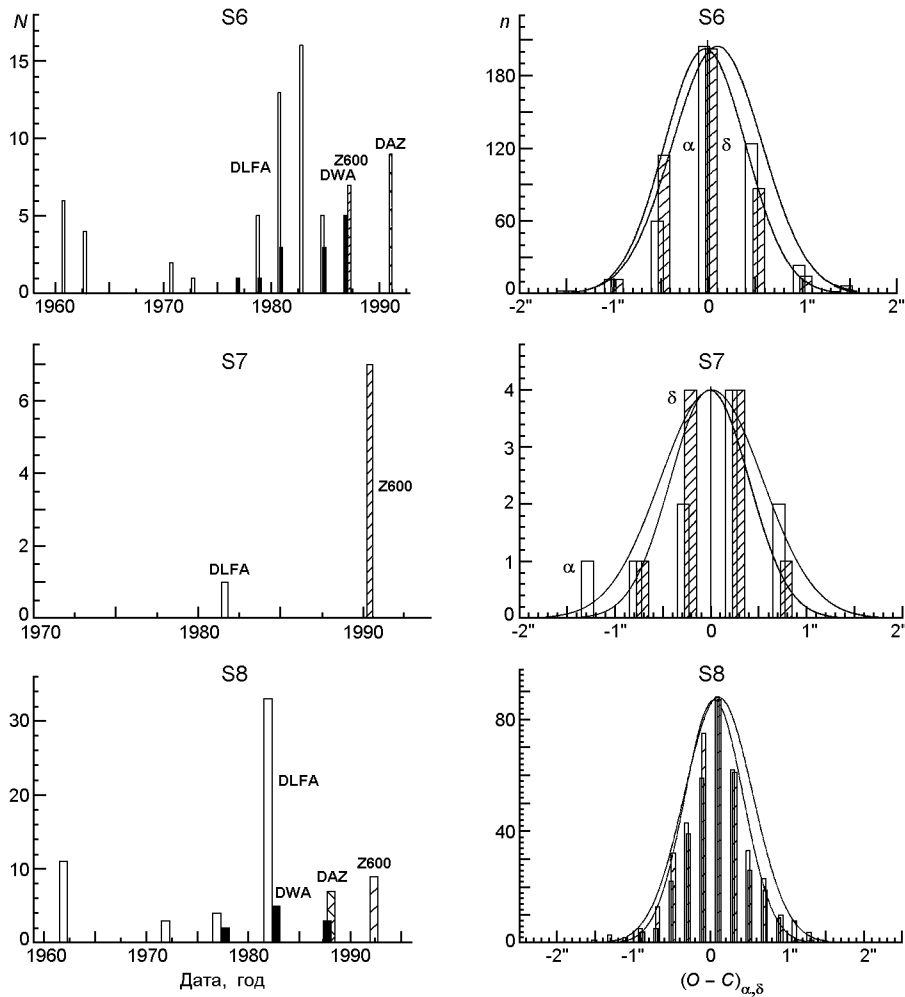


Рис. 3. То же для спутников S6, S7, S8

В табл. 3 приведены результаты редукиции всех спутников по каждому телескопу отдельно, а также средние квадратичные ошибки единицы веса.

Завершающими этапами редукиции является вычисление сферических координат всех объектов на снимке, поиск среди них спутников Сатурна с помощью так называемых поисковых файлов и сравнение вычисленных положений с теоретическими данными. Благодаря эфемериде IMCCE (теория DE405, TASS 1.7) и с помощью средств вычисления эфемерид Н. В. Емельянова в режиме online были определены значения  $(O - C)_i$  для каждого спутника и их средние  $(O - C)$ , обобщенные по всем телескопам за весь период наблюдений [<http://lnfm1.sai.msu.ru/neb/nss/nssephmr.htm>].

На рис. 2, 3 для семи главных спутников Сатурна S2 — S8 представлены количество  $N$  ночей наблюдений в разные годы и разброс от-

**Таблица 4.** Количество ночей наблюдений и количество положений каждого спутника по всем телескопам, а также значения  $(O - C)$  как результат сравнения вычисленных положений с теорией DE405+TASS1.7 (IMMCE)

Спутник	$V$	Количество ночей	Количество положений	$(O - C)$	$(O - C)$
S2 Enceladus	11.7 <sup>m</sup>	6	12	0.48 ± 0.20	0.16 ± 0.14
S3 Tethys	10.3 <sup>m</sup>	20	96	-0.00 ± 0.06	0.10 ± 0.04
S4 Dione	10.4 <sup>m</sup>	40	184	0.07 ± 0.03	0.07 ± 0.03
S5 Rhea	9.7 <sup>m</sup>	57	269	0.15 ± 0.03	0.07 ± 0.03
S6 Titan	8.3 <sup>m</sup>	84	435	0.09 ± 0.02	-0.03 ± 0.02
S7 Hyperion	14.2 <sup>m</sup>	8	13	-0.04 ± 0.13	0.10 ± 0.18
S8 Janetus	12 <sup>m</sup>	78	375	0.11 ± 0.02	0.04 ± 0.02
S9 Phoebe	16.4 <sup>m</sup>	1	1	0.44	-0.27

клонений  $(O - C)_i$  от их среднего  $\overline{(O - C)}$  по всему объему выборки данного телескопа. Изначально были исключены значения  $O - C \geq 2$ .

В отличие от табл. 3, где дается обобщенная информация по всем спутникам и отдельно по каждому телескопу, табл. 4 представляет объединенные данные по всем телескопам и отдельно по каждому спутнику.

Для спутника S9 (Phoebe,  $V = 16.4^m$ ) удалось обнаружить только одно изображение на пластинке, полученной с помощью рефлектора Z600.

В процессе редукции выявлялись и отбраковывались снимки с безрезультатными наблюдениями из-за ошибок наведения телескопа, неудачного подбора длины экспозиции или ошибок регистрации момента времени, из-за неблагоприятных погодных условий и других причин. Такими безуспешными, к сожалению, оказались наблюдения Сатурна в 1987, 1989 и 1991 гг. на горе Майданак. Всего было исключено около 16 % наблюдательного материала.

Для оценки качества выполненной редукции были вычислены разности координат пар спутников в смысле «спутник — спутник» и выполнено их сравнение с теоретическими данными (см. табл. 5). Разности координат пар спутников, даже при их небольшом количестве, но при достаточно протяженном периоде наблюдений позволили выявить грубые или ошибочные положения объектов. Для кратковременных периодов такой анализ не всегда может быть результативным. В качестве примера в конце табл. 5 приведены статистические характеристики разностей координат спутника S2 (Enceladus) в парах с другими пятью спутниками. Их наблюдения были выполнены с помощью телескопа DLFA в течение 6 ночей с марта 1979 г. по май 1981 г. Завышенные значения средних разностей  $\overline{(O - C)_j}$ , их ошибок среднего и стандартных отклонений для этих пар, возможно, объясняются влиянием фотографической иррадиации на изображение близкого к планете спутника S2, а также малым объемом выборок. В то же время раз-



**Таблица 5.** Отклонения  $(O - C) = [( \begin{smallmatrix} a_i & a_j \\ c_i & c_j \end{smallmatrix} ) ( \begin{smallmatrix} c_i & c_j \\ a_i & a_j \end{smallmatrix} )] \cos$  и  $(O - C) = [( \begin{smallmatrix} a_i & a_j \\ c_i & c_j \end{smallmatrix} )]$  наблюдаемых и теоретических разностей координат «спутник  $i$  – спутник  $j$ » ( $N$  — количество наблюдений пар,  $S_d$  — стандартное отклонение)

Пара спутников $S_i, S_j$	$B_{phi_i}, B_{phi_j}$	$N$	$(O - C)$	$S_d$	$(O - C)$	$S_d$	Телескоп
S3, S4	10.7 <sup>m</sup> , 11.1 <sup>m</sup>	50	-0.05±0.04	0.25	+0.10±0.03	0.23	DLFA, Z600
S3, S5	10.0, 09.6	64	-0.11±0.03	0.26	+0.01±0.03	0.25	DLFA, Z600
S3, S6	10.4, 09.4	70	-0.11±0.04	0.30	+0.07±0.03	0.24	DLFA, Z600
S3, S8	10.6, 12.6	41	-0.15±0.04	0.29	+0.40±0.04	0.30	DLFA, Z600
S4, S5	10.6, 09.9	147	-0.02±0.02	0.27	-0.04±0.02	0.29	DLFA, Z600
S4, S6	10.7, 09.5	149	+0.01±0.02	0.26	+0.05±0.02	0.27	DLFA, DAZ, Z600
S4, S8	10.8, 11.5	120	+0.03±0.03	0.32	+0.01±0.03	0.31	DLFA, DAZ, Z600
S6, S8	09.6, 11.9	241	-0.03±0.02	0.29	-0.04±0.02	0.32	DLFA, DAZ, Z600, DWA
S6, S5	09.7, 10.1	219	-0.04±0.02	0.25	-0.07±0.02	0.28	DLFA, DAZ, Z600
S8, S5	11.9, 10.6	152	-0.04±0.03	0.32	-0.03±0.02	0.28	DLFA, DAZ, Z600
S3, S2	10.5, 11.0	7	-0.12±0.20	0.53	-0.03±0.08	0.21	DLFA
S4, S2	10.7, 11.0	4	0.08±0.22	0.43	0.07±0.16	0.31	DLFA
S5, S2	10.4, 11.0	7	-0.08±0.23	0.61	0.00±0.10	0.26	DLFA
S6, S2	9.7, 11.1	6	-0.51±0.19	0.46	-0.25±0.13	0.33	DLFA
S8, S2	11.5, 10.9	6	-0.05±0.21	0.52	0.03±0.08	0.21	DLFA
S6, S8	09.6, 11.9	174	-0.01±0.02	0.28	-0.01±0.02	0.28	DLFA

ность координат для пары спутников S6 – S8 за тот же период, но при объеме выборки 174, дают вполне приемлемый результат.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Завершена обработка фотографических наблюдений восьми главных спутников Сатурна (S2 — S9), выполненных в ГАО НАН Украины с помощью четырех телескопов в 1961—1990 гг. [8, 9 10, 12, 14, 24, 25]. По результатам редукции 209 фотопластинок (или 511 отдельных снимков) получен Каталог 1385 астрометрических положений спутников Сатурна. Внутренняя погрешность редукции с привязкой к системе каталога «Tycho-2» для трех телескопов DLFA, DWA, Z600 составляет 0.09...0.11 по обеим координатам. Для телескопа DWA (масштаб 103 /мм) эта погрешность оказалась равной 0.22...0.23 . В свое время при исследовании телескопа DWA было выявлено, что при экспозициях короче 60 с состояние атмосферы в момент наблюдений телескопа может существенно повлиять на точность оценок положений объектов на фотографическом снимке DWA. Заниженная точность редукции наблюдений спутников Сатурна на DWA скорее всего является результатом применения широкого диапазона времени экспонирования — от нескольких секунд до нескольких минут. Погрешность определения фотографических звездных величин на DLFA и DWA

оказалась равной  $0.27^m$ , в то же время как для телескопов DAZ (Китаб) и Z600 (Майданак) она равна  $0.34^m$  и  $0.37^m$  соответственно. Выполнено сравнение с эфемеридными данными института ИМССЕ в режиме online (<http://lnfm1.sai.msu.ru/neb/nss/nssephmr.htm>), определены значения  $(O\ C)$ ,  $(O\ C)$  по каждому спутнику и по каждому телескопу. Каталог топоцентрических положений спутников Сатурна будет размещен позже на сайте ГАО НАН Украины с детальной дополнительной информацией по каждой пластинке и каждому спутнику.

1. Андрук В. М., Пакуляк Л. К., Ёжакевич О. М. та ін. Астрометрія платівок ДША, оцифрованих двома типами сканерів. Розділення зображень зір двох експозицій // Вісник Київ. нац. ун-та ім. Т. Шевченка. Сер. Астрономія.—2012.—**48**.—С. 11—13.
2. Андрук В. Н., Головня В. В., Иванов Г. А. и др. Каталог экваториальных координат и В-величин звезд околополюсной области программы ФОН // Кинематика и физика небес. тел.—2016.—**32**, № 1.—С. 56—69.
3. 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.
4. Андрук В. Н., Пакуляк Л. К., Головня В. В. и др. Каталог экваториальных координат и В-величин звезд программы ФОН // Кинематика и физика небес. тел.—2016.—**32**, № 5.—С. 1--6.
5. Вавилова И. Б., Пакуляк Л. К., Шляпников А. А. и др. Астроинформационный ресурс Украинской виртуальной обсерватории (УкрВО): объединенный архив данных наблюдений, научные задачи и программное обеспечение // Кинематика и физика небес. тел.—2012.—**28**, № 2.—С. 59—80.
6. Головня В., Андрук В., Яценко А. Астрометрія платівок ПША, оцифрованих сканером MICROTEK SCANMAKER 9800XL TMA // Журн. фіз. досліджень.—2010.—**14**, № 2.—С.1—8.
7. Иванов Г., Пакуляк Л., Шатохина С. и др. Цифровой архив УкрВО: первые результаты обработки пластинок с телами Солнечной системы // Изв. Глав. астрон. обсерватории в Пулкове.—2013.—**220**.—С. 501—506.
8. Ёжакевич Е. М. Позиционные фотографические наблюдения спутников Сатурна в ГАО АН УССР в 1980 г. — М., 1991. — (Рукопись деп. в ВИНТИ 10.12.91, № 4553-В91 Деп., К., 1991PDRП4553 \_\_\_\_ I.
9. Ёжакевич Е. М., Кулик И. В., Майор С. П. и др. Позиционные наблюдения VI спутника Юпитера в ГАО АН УССР в 1987—1988 гг. // Кинематика и физика небес. тел.—1991.—**7**, № 2.—С. 98—100.
10. Ёжакевич Е. М., Ледовская И. В., Калтыгина С. В., Шатохина С. В. Позиционные фотографические наблюдения внешних спутников Юпитера в 1987—1989 гг. // Кинематика и физика небес. тел.—1994.—**10**, № 1.—С. 88—91.
11. Казанцева Л. В., Шатохина С. В., Процюк Ю. И. и др. Результаты обработки оцифрованных фотографических наблюдений Плутона из коллекций УкрВО // Кинематика и физика небес. тел.—2015.—**31**, № 1.—С. 58—80.
12. Калтыгіна С. В., Ледовська І. В., Майор С. П., Шатохіна С. В. Результаты позиційних спостережень Сатурнових супутників S2-S9 на горі Майданак (Узбекистан) в 1990 р. — Київ, 1992.—(Рукопись деп. в Укр.ІНТЕІ, № 1044-Ук92).

13. *Andruk V. M., Golovnya V. V., Ivanov G. A., et al.* Compilation of catalog of stellar equatorial coordinates and B-magnitudes using UkrVO plate database // *Odessa Astron. Publ.*—2014.—**27**, N 1.—P. 53—54.
14. *Kulyk I., Yizhakevych O., Pakuliak L.* The Natural satellite database of the Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine. An overview // *IMCCE. International Workshop NAROO-GAIA «A new reduction of old observations in the Gaia era».* — Paris: Paris Observatory, 2012.—P. 153—158.
15. *Pakuliak L., Andruk V., Shatokhina S., et al.* First results of MAO NASU SS bodies photographic archive digitizing // *IMCCE. International Workshop NAROO-GAIA «A new reduction of old observations in the Gaia era».* — Paris: Paris Observatory, 2012.—P. 161—165.
16. *Pakuliak L. K., Kharchenko N. V., Izhakevich O. M., et al.* Database of photographic observations of celestial bodies of Golosiiv Observatory in Kiev // *Newsletter of IAU WG on «Wide-field imaging».*—1997.—N 9.—P. 13—15.
17. *Pakuliak L. K., Kharchenko N. V., Izhakevich E. M., et al.* Database of photographic observations of celestial bodies from the Golosiiv Observatory // *Baltic Astron. Vilnius.*—1997.—**6**, N 2.—P. 251—254.
18. *Protsyuk Yu. I., Andruk V. N., Muminov M. M., et al.* Method for evaluating the astrometric and photometric characteristics of commercial scanners in their application for the scientific purpose // *Odessa Astron. Publ.*—2014.—**27**, N 1.—P. 61—62.
19. *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**, N 1.—P. 63—64.
20. *Shatokhina S., Yizhakevych O.* Finding of the observations of external planets» satellites using the plate archive. First results // *Kinematics and Physics of Celestial Bodies. Suppl.*—2005.—N 5.—P. 570—572.
21. *Vavilova I., Golovnya V., Andruk V., et al.* The Scientific Use of the UkrVO Joint Digital Archive: GRBs Fields, Pluto, and Satellites of Outer Planets // *Odessa Astron. Publ.*—2014.—**27**, N 1.—P. 65—66. [http://fs.onu.edu.ua/clients/client11/web11/astro/all/OAP\\_27-1/00/PDF/29.pdf](http://fs.onu.edu.ua/clients/client11/web11/astro/all/OAP_27-1/00/PDF/29.pdf).
22. *Vavilova I. B., Pakuliak L. K., Protsyuk Yu. I., et al.* UkrVO Joint Digitized Archive and Scientific Prospects // *Baltic Astron.*—2012.—**21**, N 3.—P. 356—365.
23. *Vavilova I., Pakuliak L., Protsyuk Yu., et al.* UkrVO: astroplates and the joint digitized archive // *Proc. of the Workshop ASTROPLATE, Prague, March 18—21, 2014 / Eds L. Mišková, S. Vitek.* — Prague, 2014.—P. 8—12.—[http://www.astroplate.cz/wp-content/uploads/2014/12/astroplate\\_2014\\_proceedings.pdf](http://www.astroplate.cz/wp-content/uploads/2014/12/astroplate_2014_proceedings.pdf).
24. *Yizhakevych E. M., Andruk V. M., Pakuliak L. K.* Catalog of Astronomical Positions of Saturn»s Moons obtained by Photographic Observations at the MAO NASU in 1961 — 1991 // *Odessa Astron. Publ.*—2015.—**28**, N 2.—P. 213—216.— [http://fs.onu.edu.ua/clients/client11/web11/astro/all/OAP\\_28-2/000\\_pdf/yizhakevych.PDF](http://fs.onu.edu.ua/clients/client11/web11/astro/all/OAP_28-2/000_pdf/yizhakevych.PDF)
25. *Yizhakevich O., Kulyk I., Major S., Shatokhina S.* // *Catalogue of astrometric positions of the satellites of Saturn, Uranus, and Neptune at 1990 opposition.*—2003. (<http://gua.db.ukr-vo.org/starcatalogs.php?whc=sat90>).
26. *Yizhakevych O. M., Lukianchuk V. V., Shatokhina S. V., et al.* Positional Catalogues of Saturn's and Jupiter's Moons // *Odessa Astron. Publ.*—2014.—**27**, N 1.—P. 68.—[http://fs.onu.edu.ua/clients/client11/web11/astro/all/OAP\\_27-1/00/PDF/30.pdf](http://fs.onu.edu.ua/clients/client11/web11/astro/all/OAP_27-1/00/PDF/30.pdf).

Статья поступила в редакцию 26.07.16