

ЛІТЕРАТУРА

1. E. Lau, W. Krug. «Die Äquidensitometrie», Berlin, 1957.
2. И. И. Брейдо, Т. П. Чеботарева. «Изв. Гл. астрон. обсерватории в Пулкове», 24, № 180, 159, 1966.

КОРОНА СОНЦЯ ІЗ СПОСТЕРЕЖЕНЬ СОНЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ 22 ВЕРЕСНЯ 1968 р. ЕКСПЕДИЦІЄЮ ХАО

В. І. Бистрицький, В. П. Васильєв

Для спостереження сонячного затемнення експедицією Харківської астрономічної обсерваторії було вибрано місце за 5 км від станції Єсиль Цілиноградської області. Координати місця спостереження, а також розрахунок обставин затемнення були здійснені співробітниками ХАО В. І. Гаражою та С. Р. Ізмайловим.

У табл. 1 наведено значення 2-го і 3-го контактів, одержаних з розрахунків та із спостережень.

Таблиця 1

№ контактів	Розрахунковий момент контакту	Спостережуваний момент контакту
T_2	$11^h 27^m 14^s, 9$	$11^h 27^m 19^s, 2$
T_3	$11^h 27^m 56^s, 5$	$11^h 27^m 53^s, 2$

Різниця розрахованих і спостережуваних значень моментів контакту пояснюється збільшенням часу видимості чіток в ці моменти, що пов'язано з великою нерівністю місячного краю в даних точках.

Одним із завдань експедиції було фотографування корони. Воно провадилося на 5-метровому коронографі ХАО [1] фотоапаратом «Зеніт» з об'єктивом МТО-1000 (спостерігач студент А. П. Ляхов).

Зображення корони Сонця спрямовувалося в об'єктив коронографа целостатним і допоміжним дзеркалами, діаметр яких дорівнював 15 см. Спеціально призначений для спостережень сонячних затемнень целостат був забезпечений пружинним заводом, розрахованим на півгодинне ведення дзеркала. Експозиція здійснювалася за допомогою жалюзного затвора, розміщеного перед об'єктивом. Тривалість експозиції фіксувалася на шлейфному осцилографі, куди спрямовувалися також сигнали часу з хронометра. У дні підготовки до спостереження затемнення погода була дуже нестійкою, а за кілька днів перед затемненням остаточно зіпсувалася. У день затемнення була значна хмарність і часом ішов дощ. Сильний вітер у другій половині цього дня ро-

зігнав хмари і за годину до початку затемнення встановилася ясна й тиха погода. Прозорість атмосфери була винятково високою.

Автори одержали чотири фотографії корони на пластинках розміром 13×18 см. Три з них були придатні для обробки. У табл. 2 наведено дані умов фотографування.

Таблиця 2

№ п/п	Сорт пластинки	Час початку експозиції ($T_{вс}$)	Тривалість експозиції	Світло-фільтр	Діапазон спектральної чутливості ($m\mu$)
1	WP—1	$11^h27^m20^s, 2$	$4^s, 5$	ОС—14	565—670
2	WP—1	$11^h27^m28^s, 6$	$\approx 4^s$	ОС—14	565—670
3	ZU—1	$11^h27^m39^s, 1$	$6^s, 4$	без ф.	395—490
4	ZU—1	$11^h27^m50^s, 1$	$5^s, 6$	без ф.	395—490

Оскільки при фотографуванні корони на пластинку № 2 касета була закрита раніше ніж затвор, то час тривалості експозиції відомий приблизно. Фотографія корони на пластинці № 4 виявилася частково засвічена чіткою, що з'явилася раніше розрахованого часу. З метою орієнтування корони в касетній частині коронографа перед пластинкою була натягнута нитка. Після першого і третього контактів фотографувалися серпи часткових фаз затемнення із зупиненим целостатом.

На другий день після затемнення була зроблена стандартизація одержаного фотоматеріалу методом відбивного екрану на пластинках тих самих сортів, що й фотографії корони. Під час затемнення і в період проведення стандартизації прозорість атмосфери контролювалася фотоелектричною установкою (спостерігач канд. фіз.-мат. наук Л. А. Акімов).

Калібрування, а також проявлення і закріплення фотоматеріалу були здійснені після повернення експедиції до Харкова. Для калібровки на пластинки з фотографіями корони вдруковувався 9-ступеневий клин через фотозбільшувач «Magnifaks». Рівномірність освітленості на ділянці, куди проектувався послаблювач, контролювалася простим пристроєм, що складався з фотоопору, розміщеного у футлярі з віконцем $0,25 \text{ мм}^2$, і приладу МОМ-4, призначеного для вимірювання опору. Перевірка показала відсутність нерівномірності освітленості на цій ділянці, більшої одного процента. Яскравість молочної лампи фотозбільшувача, що постачався стабілізованою напругою, добиралася такою, щоб експозиції при вдруковуванні послаблювача були близькі до експозицій, з якими фотографувалася корона на даній пластинці. Спектральний діапазон випромінювання лампи фотозбільшувача добирався за допомогою світлофільтрів близьким

до діапазону спектральної чутливості пластинки в умовах фото-графування корони. Пластинки одного сорту оброблялися одно-часно у великій ванні проявником Д-76 за стандартних умов про-явлення і закріплювалися в кислому фіксажі.

На плівці КН-2 фотоапаратом «Зеніт» з об'єктивом МТО-1000 було зроблено шість доброякісних фотографій у період повної фази затемнення. Ці фотографії експонувалися від руки серіями по два знімки з приблизно однаковими експозиціями $0,25^s$; $0,5^s$; $1,0^s$. При порівнюванні знімків було відзначено невелике послаблен-ня яскравості західної частини корони на фотографіях короно-графа. Напевно назвати причину такого потворення важко, тому знайти поправку, що достатньо надійно виключала б помилку в розподілі яскравості, немає змоги. З цієї причини метою нашої роботи було морфологічне дослідження структури корони.

При порівнянні еквіденсит I ступеня пластинок № 1 і 3, фото-графій корони, зроблених у різних діапазонах (див. табл. 2), спостерігалася майже повна схожість вигляду структурних формувань корони на знімках. Тому зарисовка корональних форму-вань (рис. 1) була зроблена з фотографії корони пластинки № 1 за збільшеними контрастними діапозитивними відбитками. Виді-лені деталі в короні візуально ототожнювалися з тими самими деталями на решті фотографій.

Дослідження корональних формувань є одним з важливих завдань при спостереженні сонячних затемнень, бо вони дозволя-ють розширити область вивчення природи сонячних явищ. У ко-роні Сонця 22.IX.1968 р. можна було виділити такі основні струк-турні формування: корональні промені, дугові системи, корональ-ні конденсації, полярна променева система, ділянки з характер-ними променетвірними струменями.

К о р о н а л ь н і п р о м е н і. Найбільш типові для цієї корони широкі промені 3, 8, 9, 10, 13, 14 (рис. 1) мають велику протяж-ність в довжину і відносно рівномірно розташовані вздовж лім-бу. Це характерно для максимальної корони. В основі кожного з цих променів знаходиться спокійний протуберанець. Над проту-беранцями, що мають невелику довжину вздовж лімбу, спостері-гається характерна система дуг. Над великими протуберанцями, що знаходяться в основі променів 8 і 13, чіткої системи дуг не ви-ділено, а розрізняються струменеві потоки, окремі яскраві згуст-ки і ділянки з меншою яскравістю.

Необхідно відзначити окремо наявність у короні такого струк-турного формування, як віяло, що є основою променя 10. Дов-жина цього віяла від краю диска Сонця, дещо більша від $R_{\odot}$. Наявність віяла такої довжини — нетипове явище для корони Сонця, що майже досягло максимуму своєї активності.

Промінь 2 у всьому схожий з іншими променями, відрізняю-чись від них тільки тим, що в основі його відсутні будь-які про-

туберанці та супутні їм дугові системи. Це можна пояснити тим, що основа даного променя знаходиться не в картинній площині. Коли це так, то в даному випадку вузький промінь 1 найбільш імовірно є проекцією часткового накладання променів 14 і 2 на картинну площину.

Характерною ознакою променя 12 є яскраво виявлена стру-

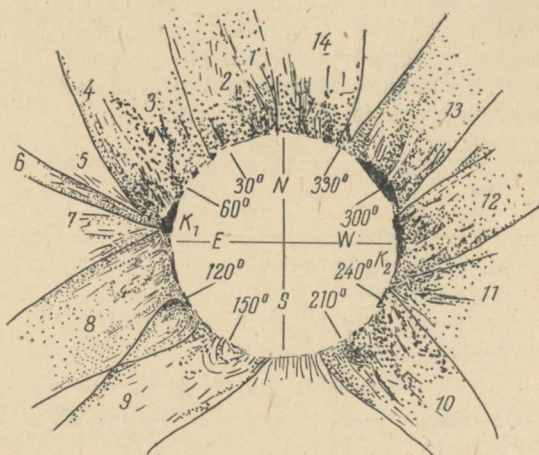


Рис. 1.

менева структура, причому така, що об'єднання окремих широких струменів у промінь на відстані $0,5R_{\odot}$ від лімбу дещо утруднене. Цей промінь можна розглядати як такий, що розпадається через те, що на даній ділянці великий вплив на структуру корони повинне мати локальне магнітне поле активної області в хромосфері, яке також призвело до виникнення корональної конденсації K_2 .

В окрему групу можна виділити вузькі контрастні промені 4, 5, 6. Промінь 4 з віддаленням від краю диска різко відхиляється на північ і зливається з південною границею променя 3. Сумніви щодо самостійності існування цього променя усуваються тим, що його основа простежується на фоні однієї з частин корональної конденсації K_1 , про що свідчать характерні викривлення ізофот корони в даному районі [2]. Промінь 6 цікавий тим, що він дуже яскравий, має велику довжину і на всьому видимому проміжку прямолінійний. Промінь 5 значно слабший за яскравістю, простежується не далі одного $R_{\odot}$ від краю диска, і здається, що він відгалужується своєю основою від променя 6. Імовірно є еволюційний зв'язок променів 4, 5, 6 з центром активності, до

якого належить корональна конденсація, що міститься в основі цих променів. Вибуховий характер структури корони на ділянці 7, безумовно, пов'язаний із локальним магнітним полем цієї активної області. Це підтверджується тим, що ділянка корони 11 дуже подібна за виглядом до структури на ділянці 7, а вона також розташована над активною областю в хромосфері і корональною конденсацією.

У табл. 3 наводяться наближені значення інтервалів позиційних кутів основ розглянутих корональних променів P° , а також кутів відхилення їх геометричних осей симетрії від радіальних напрямків — i° . Показано також аналогічні дані авторів [3, 4], зведені в однаковий спосіб відліку кутів.

Таблиця 3

№ п/п	P°	i°	Вальдмайер (i°)	Несміянович (i°)
1	0—2	+ 3	0	—
2	0—38	—13	—14	—19
3	35—78	—31 ($R_\odot$)	—30 ($R_\odot$)	—40
4	78—82	—35 ($R_\odot$)	—	—
5		—26 ($R_\odot$)	—24 ($0,5R_\odot$)	—
6	82— 85	—19	—15 ($0,5R_\odot$)	—19
7	79—130	+10	—	0
8	112—172	— 4	0	—6
9	194—245	+ 6	0	+18
10	253—283	+19 ($0,5R_\odot$)	0	—
11	288—327	+13	—	+15
12	330—360	+20	—	+20

Знак (+) перед i° вказує на відхилення осі променя в бік додатного відлітку позиційних кутів (на рис. 1 — проти ходу годинникової стрілки), знак (—) — в протилежний. Прочерк поставлено там, де той чи інший автор не виділяв окремо даний промінь. У разі викривлення променя в дужках вказано відстань від краю диска Місяця точки згину її геометричної осі. В цьому випадку кут нахилу променя дається як кут між дотичною в цій точці та радіусом Сонця.

Розбіжність значень i° у табл. 3 пов'язана здебільшого з деякою непевністю в знаходженні границь променів на фоні яскравої дифузної корони і залежністю напрямку ходу осі симетрії від враховуваної довжини променя, не скрізь прямолінійного.

Корональні конденсації. На східних і західних краях в позиційних кутах 64° — 86° та 256° — 269° містяться корональні конденсації K_1 і K_2 . Найявніші активних флокульних полів на краю диска, в яких за день перед затемненням в західному і за 4 години в східному полях відбулися спалахи, створила

сприятливі умови для спостереження в білому світлі цього типу корональних формувань. Вони є корональною частиною активної області на Сонці. Дійсно, розглядаючи потрібну корональну конденсацію K_1 , можна бачити тісний зв'язок її з активними формуваннями в хромосфері (кальцієві флокули) і фотосфері (декілька груп плям № 387—390 [5]), а також з областями збільшеного світіння в емісійних лініях $\text{CaXV-5303 \AA}$ і $\text{FeX-6374 \AA}$ [5]. Всі три згустки конденсації K_1 мають форму, близьку до півкола в проекції на картинну площину, і дуже складну структурну будову. В північній частині конденсації K_1 на негативах фотографій корони, зроблених на пластинках № 3, 4 на віддалі $0,06R_\odot$ від краю диска виразно виділяється аномально яскрава ділянка розміром близько $0,026R_\odot$ в діаметрі. На знімках, зроблених в червоній частині спектра, ця область в конденсації значно менш яскрава. На фотографіях спектрів хромосфери, зроблених при спостереженні сонячного затемнення нашою експедицією (спостерігачі Н. П. Дятел, І. Л. Белкіна, В. Кришталь), в лініях CaII це формування ототожнюється з «відірваним» протуберанцем. Звідси можна зробити висновок, що це є хромосферне формування і виникло воно або внаслідок викидання матерії з хромосфери під час активного процесу, або ж сконденсувалося в короні під впливом тих же активних дій. Яскравість конденсації K_2 проти K_1 дещо менша і тому вона майже не виділяється на фоні дифузної корони, але існування її підтверджується типовими виявами цього активного процесу, наприклад, в радіодіапазоні [6].

Дугові системи. Вони спостерігаються над протуберанцями невеликої (до 5°) довжини за лімбом в основі променів 3, 9, 10, 14. Як неодноразово відзначало багато авторів, безпосередньо над протуберанцями є порівняно темна зона, замкнена світлою дугою. Відповідальним за існування її, імовірно, є так званий «ефект холодильника» [7]. Перша світла дуга спостерігається на відстані $0,17R_\odot$ від краю диска в промені 3, $0,15R_\odot$ — в промені 9, $0,26R_\odot$ — в опахалі променя 10 і на $0,13R_\odot$ — в промені 14. Може бути, що сплетення яскравих струменів, темних зон і світлих плям в короні над великими протуберанцями, що знаходяться в основі променів 8 і 13, є не що інше, як складна проекція декількох систем дуг на картинну площину. Південні схили дуг в промені 9 більш пологі, що можна пояснити їх асиметричним розташуванням відносно картинної площини.

Південна система полярних променів. На південному полюсі досить виразно спостерігається типова система тонких, коротких променів, що розташовуються приблизно симетрично відносно осі Сонця і займають область близько 25° вздовж лімбу. Крайні промені, згинаючись, повторюють форму сусідньої границі великих променів.

Затемнення 22/IX 1968 р. відбулося близько до максимуму плямотвірної діяльності Сонця (березень-травень 1969 р.) і тому корону можна характеризувати, як корону максимального типу. Тим більше, що ця корона має типову для періоду максимуму активності Сонця форму кулі за винятком ділянки в районі південного полюса. Слід зауважити, що факт існування полярної променевої системи і зв'язаного з ним опахала в короні максимального типу зовсім незвичайний, при чому тим більш незвичайний, що наявність полярної променевої системи в південній півкулі при відсутності її в північній згідно з статистичними дослідженнями [8] раніше не спостерігалось.

Хоч за виглядом корони Сонця 12.XI.66 р. цей факт можна було передбачити, бо в цій короні проміжного типу полярна променева система в південній півкулі була розвинута майже так само, як і в короні мінімального типу, тоді як в північній півкулі така система променів практично вже зникла [3]. Це можна пояснити аномально великим зсувом активності Сонця в північну півкулю в цьому 11-річному циклі активності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Л. И. Кассель. «Циркуляр АО», № 11, 17. Изд-во ХГУ, Харьков, 1953.
2. В. П. Васильев, В. И. Быстрицкий. «Астрономический циркуляр», 1970, № 549.
3. M. Waldmeier und Susi E. Weber. Astron. Mitt. der Eidg. Sternwarte Zürich, № 287 (1968).
4. А. Т. Несмеянович. «Астрономический вестник», 4, № 2, 123, 1970.
5. «Солнечные данные», 1968, № 9, 42, 26.
6. А. П. Молчанов, Б. В. Мовчан, В. А. Ступин. Сб. «Радиоизлучение Солнца». Изд-во ЛГУ, Л., 1969.
7. Г. Зирин. «Солнечная атмосфера», ИЛ, 141, 1969.
8. Сб. «Солнечная корона и корпускулярное излучение», гл. III. Изд-во Киевского ун-та, 1965.

ВИЗНАЧЕННЯ ПРЯМИХ СХОДЖЕНЬ ВЕЛИКИХ ПЛАНЕТ МЕРИДІАННИМ КРУГОМ ХАО В 1968—1970 рр.

К. М. Деркач, М. Г. Зув

У 1968—1970 рр. меридіанним кругом ХАО поряд з каталогом «яскравих зірок» спостерігалися і великі планети. Всього зроблено 56 визначень прямих сходжень планет, з них Венери — 10, Марса — 1, Юпітера — 17, Сатурна — 18, Урана — 10.

Всі спостереження зроблені диференціальним способом. Опорні зірки бралися від планети не далі як 1^h по AR і 5° — по δ . Інструмент поводив себе досить стійко і спостереження були забезпечені надійними значеннями колімації і бесселевих величин n і $u+m$.

Дата	Спостережу- ване пряме сходження	$O - C$	Спосіб спостере- ження	Спосте- рігач
------	--	---------	------------------------------	------------------

Венера

28/VIII 69 p.	08 ^h 04 ^m 20 ^s .913	+0 ^s .053	1—2	З
1/IX 69 p.	08 24 9,672	+0,056	2—2	З
5/IX 69 p.	08 43 51,312	+0,065	1—2	З
8/IX 69 p.	08 58 31,785	+0,035	1—2	З
10/IX 69 p.	09 08 15,750	+0,057	2,1—2,2	З
11/IX 69 p.	09 13 06,769	+0,071	1—2	З
13/IX 69 p.	09 22 46,777	+0,061	2,1—2,2	З
22/X 69 p.	12 24 01,107	+0,088	1—2	Д
25/X 69 p.	12 37 44,205	+0,065	1—2	Д
26/XI 69 p.	15 09 54,932	+0,090	1—2	Д

Марс

30/XI 69 p.	21 26 57,729	+0,003	1—2	З
-------------	--------------	--------	-----	---

Юпітер

30—31/III 68 p.	09 56 58,957	—0,058	1—2	З
16—17/IV 68 p.	09 54 10,117	—0,064	1—2	З
26—27/IV 68 p.	09 54 06,390	—0,069	2	Д
2—3/IV 70 p.	14 06 42,131	—0,013	1—2	З
8—9/IV 70 p.	14 04 02,110	—0,035	1—2	З
4—5/V 70 p.	13 52 36,510	—0,008	1—2	Д
5—6/V 70 p.	13 51 09,026	—0,037	1—2	З
7—8/V 70 p.	13 50 14,961	—0,036	1—2	З
19—20/V 70 p.	13 45 21,092	—0,049	1—2	З
28—29/V 70 p.	13 42 25,169	—0,038	1—2	Д
29—30/V 70 p.	13 42 08,342	—0,068	1—2	Д
30—31/V 70 p.	13 41 52,112	—0,091	1—2	Д
31/32/V 70 p.	13 41 36,561	—0,037	1—2	Д
2—3/VI 70 p.	13 41 07,207	—0,013	1—2	Д
8—9/VI 70 p.	13 39 54,196	—0,053	1—2	Д
9—10/VI 70 p.	13 39 44,309	—0,038	1—2	Д
10—11/VI 70 p.	13 39 35,059	—0,047	1—2	Д

Сатурн

7—8/IX 68 p.	01 35 31,341	+0,036	1—2	З
8—9/X 68 p.	01 27 45,751	+0,092	1—2	Д
21—22/X 68 p.	01 23 55,509	—0,031	1—2	З
26—27/VIII 69 p.	02 29 29,653	—0,003	1—2	З
31—1/IX 69 p.	02 29 14,262	—0,013	1—2	З
10—11/IX 69 p.	02 28 13,784	+0,019	2,1—2,2	З
12—13/IX 69 p.	02 27 57,045	+0,021	2,1—2,2	З
12—13/X 69 p.	02 21 13,817	—0,005	1—2	З
21—22/X 69 p.	02 18 34,061	+0,012	1—2	Д
15—16/XI 69 p.	02 11 00,199	—0,054	1—2	Д
21—22/XI 69 p.	02 09 21,731	+0,029	1—2	Д
29—30/XI 69 p.	02 07 23,392	—0,017	1—2	Д
18—19/IX 70 p.	03 22 41,974	+0,042	1—2	З

Дата	Спостережу- ване пряме сходження	$O - C$	Спосіб спостере- ження	Спосте- рігач
19—20/IX 70 р.	03 22 35,788	+0,006	1—2	Д
20—21/IX 70 р.	03 22 29,229	+0,005	1—2	З
20—21/X 70 р.	03 16 21,543	+0,028	1—2	З
26—27/X 70 р.	03 14 36,785	+0,044	1—2	З
29—30/XI 70 р.	03 03 52,737	+0,018	1—2	Д

Уран

30—31/III 68 р.	11 48 50,071	—0,079	3	З
11—12/IV 68 р.	11 47 04,219	—0,068	3	З
14—15/IV 68 р.	11 46 39,713	—0,063	3	З
16—17/IV 68 р.	11 46 23,939	—0,045	3	З
26—27/IV 68 р.	11 45 12,219	—0,073	3	Д
2—3/IV 70 р.	12 25 03,140	—0,047	3	З
4—5/V 70 р.	12 20 33,318	—0,023	1—2	Д
5—6/V 70 р.	12 20 26,574	—0,051	3	З
8—9/V 70 р.	12 20 07,232	—0,112	3	З
11—12/V 70 р.	12 19 49,370	—0,030	3	З

У тих випадках, коли планети спостерігалися по одному краю, моменти проходжень поправлялися за півдіаметр планети і товщину рухомої нитки мікрометра за формулою

$$\Delta T_1 = (S_\alpha + d) \left[1 + \frac{v(\alpha)}{86400} \right] \sec \delta, \quad (1)$$

де S_α — видимий півдіаметр планети. Для Венери і Марса він збігається з видимим радіусом; $v(\alpha)$ — добова зміна прямого сходження планети на момент кульмінації; d — півтовщина рухомої нитки. З червня 1968 р. після перенатягу $d = 0^s,041$.

При спостереженнях на далеких обертах вводилася поправка за поступові похибки гвинта прямих сходжень. При спостереженні планет по обох краях у випадку Венери і Марса враховувалися поправки на фазу за формулою (2):

$$\Delta T_2 = \pm (R - R_1) \sec \delta. \quad (2)$$

Тут

$$R_1 = R \sqrt{\frac{\cos^2 \Phi + \operatorname{ctg}^2 Q}{1 + \operatorname{ctg}^2 Q}}, \quad (3)$$

де Φ — кут фази;

Q — кут положення дуги великого круга, що з'єднує планету і Сонце, змінений на 180° . Ці кути беруться з «Астрономічного щорічника».

Не маючи в той час готової формули, М. Г. Зуєв [1] одержав формулу

$$R_1 = R \sqrt{\frac{\cos^4 \Phi + \operatorname{tg}^2 \theta}{\cos^2 \Phi + \operatorname{tg}^2 \theta}} \sin(\psi + \theta),$$

яка опублікована з друкарською помилкою. Після тотожних тригонометричних перетворень вона обертається у формулу (3).

Нижче наводяться остаточні результати. Короткоперіодичні члени нутації, як звичайно, вводилися у видимі місця опорних зірок, через що і спостережувані прямі сходження планет наведені з урахуванням цих членів.

Позначення способу спостереження такі:

- 1 — нитка торкалася переднього краю;
- 2 — нитка торкалася заднього краю;
- 3 — нитка наводилася на центр диска.

ЛІТЕРАТУРА

1. К. М. Деркач, М. Г. Зуєв. «Вестник Харьковского университета», № 34, Харьков, 1969.

ПРО БУДОВУ ХМАР ЮПІТЕРА

М. Ф. Ходячих

Питання про вертикальну структуру хмар є одним з основних питань фізики атмосфери Юпітера. У сучасний момент практичний інтерес викликають дві моделі хмарного шару: модель однорідної напівнескінченої атмосфери і модель з аерозольною складовою в надхмаровій атмосфері Юпітера. Аналіз фотометричних даних і варіацій еквівалентних ширин смуги поглинання CH_4 6190 Å, проведений нами, показав, що даним спостережень краще задовольняє друга модель. Нижче наводяться розрахунки кількості аміаку в твердій і газоподібній формах в атмосфері Юпітера, а також подаються оцінки товщини і висоти шару аерозолі над поверхнею хмар.

У роботі В. Г. Тейфеля [1] наведено обчислення об'ємної густини Q_a аерозолі з NH_3 при різних відносних концентраціях аміаку. В одношаровій моделі смуги поглинання утворюються в середині хмарного шару. Порівнюючи відносні інтенсивності ліній поглинання в смугі, можна знайти обертальну температуру, що дорівнює температурі атмосфери на ефективному рівні формування ліній поглинання. Обертальна температура, знайдена по лініях поглинання CH_4 , дорівнює $180 \pm 20^\circ \text{K}$ [2]. Для сублімації при таких температурах відносна концентрація аміаку має бути порядку 10^{-2} і їй відповідає об'ємна густина аерозолі приблизно

10^{-5} г/см^3 [1]. Величину Q_a можна оцінити і за даними спостережень, використавши визначуваний за ходом смуг поглинання коефіцієнт об'ємного розсіяння σ_a і зробивши доцільний вибір розміру частинок. Так, при розмірі частинок 5 мк і $\sigma_a = 5 \times 10^{-6} \text{ см}^{-1}$ одержимо $Q_a = 4 \cdot 10^{-10} \text{ г/см}^3$. Очевидно, що при менших розмірах частинок величина Q_a буде ще меншою. Відмінність більш як на чотири порядки теоретичних і спостережених величин об'ємної густини робить неможливим задовільний опис хмарної структури Юпітера одношаровою моделлю. Припущення про кінцеву товщину шару аміачного серпанку усуває вищезазначені труднощі.

Зробимо оцінку кількості аміаку, що перейшов у тверду фазу. При цьому вважатимемо, що відносний вміст NH_3 в атмосфері достатньо малий і вертикальний градієнт температури в атмосфері Юпітера дорівнює адіабатичному градієнтові T_a . Нехай температура на верхній границі тропосфери дорівнює T_c , температура на рівні хмарного шару — T_0 . Висоту h будемо відраховувати від верхньої границі донизу. Висоту рівню хмарного шару позначимо h_0 . Для дальших розрахунків введемо величину питомого вологовмісту атмосфери s . Питомий вологовміст дорівнює масі конденсуючої речовини в газоподібній, рідкій та твердій фазах в 1 г атмосфери. Перерозподіл вологовмісту по вертикалі, від якого залежить розподіл водності по висоті і положення границь хмарності, в основному визначається турбулентним обміном і упорядкованими вертикальними струменями в атмосфері. Для розподілу питомого вологовмісту з висотою в тропосфері в [3] при досить загальних припущеннях одержана така формула:

$$s = s_1 - \frac{s_1 - s_2}{r - 1} \left(r^{\frac{z}{H_0}} - 1 \right), \quad (1)$$

де s_1 і s_2 — питома вологість на нижній і верхній границях тропосфери; H_0 — товщина тропосфери;

$$r = \exp \frac{\omega}{k} H_0,$$

ω — швидкість вертикальних струменів;

k — коефіцієнт турбулентності.

Ця формула застосовувалася для розрахунків розподілу водності та границь хмарності з висотою в земних хмарах. Результати розрахунків показали, що вона добре узгоджується з дослідними даними.

Вологовміст у значній мірі залежить від швидкості вертикальних струменів, причому при висхідних струменях ($\omega > 0$) s більше, ніж при низхідних. Для наших розрахунків треба знати роз-

поділ вологовмісту з висотою в планетарному масштабі, тому можна вважати $\omega=0$. Тоді формула (1) запишеться у вигляді

$$s(z) = s_1 - \frac{s_1 - s_2}{H_0} z, \quad (2)$$

тобто вологовміст — лінійна функція висоти.

Введемо такі позначення:

$\delta(h)$ — густина аміаку в трьох фазах;
 $\delta_a(H)$ — густина насичуючої пари при температурі T ;
 H — висота, на якій починається конденсація або сублімація,
 тобто

$$\delta(H) = \delta_a(T_c + \Gamma_a H). \quad (3)$$

При $h=0$, $s(h)=s(0)$ і при $h=H$; $s(h)=s(H)$ і рівняння (2) можна переписати у вигляді

$$s(h) = s(0) + \frac{s(H) - s(0)}{H} h. \quad (4)$$

Густина речовини на висоті h дорівнює:

$$\delta(h) = s(h) \cdot \rho(h), \quad (5)$$

де $\rho(h)$ — густина атмосфери.

Тиск в адіабатичній атмосфері підлягає закону

$$\frac{P(h)}{P(0)} = \left[\frac{T(h)}{T_0} \right]^n; \quad n = \frac{\gamma}{\gamma - 1}, \quad (6)$$

де $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$ — відношення теплоємностей газу при сталому тиску і постійному об'ємі. Звідси густина атмосфери дорівнює:

$$\rho(h) = \frac{\rho_0}{T_0^{n-1}} T^{n-1}. \quad (7)$$

Підставивши в (5) рівняння (4) та (7) і зробивши нескладні перетворення, одержимо:

$$\delta(h) = \left[\frac{\delta_a(T_c)}{T_c^{n-1}} + \frac{1}{H \cdot \Gamma_a} \left(\frac{\delta_a(T_H)}{T_H^{n-1}} - \frac{\delta_a(T_c)}{T_c^{n-1}} \right) (T - T_c) \right] T^{n-1} \\ (T = T_c + h \cdot \Gamma_a). \quad (8)$$

Кількість аміаку в трьох фазах m над одиничною площею поверхні в інтервалі висот $(0, H)$ дорівнює:

$$m = \int_0^H \delta(h) dh, \quad (9)$$

або після інтегрування:

$$m = \frac{1}{H\Gamma_a^2} \left[\frac{\delta_a(T_n)}{T_n^{n-1}} - \frac{\delta_a(T_c)}{T_c^{n-1}} \right] \frac{T_c^{n+1} + nT_n^{n+1} - (n+1)T_cT_n^n}{n(n+1)} + \frac{\delta_a T_c}{\Gamma_a \cdot T_c^{n-1}} \left(\frac{T_0^n}{n} - \frac{T_c^n}{n} \right). \quad (10)$$

Підрахуємо тепер кількість аміаку в газоподібній формі в інтервалі висот $(0, H)$. Оскільки на цих висотах відбувається конденсація, парціальний тиск аміаку дорівнюватиме тискові насичуючої пари. Коли перепад температур не дуже великий, тиск насичуючої пари залежно від температури з достатньою для наших цілей точністю можна записати у такому вигляді:

$$P_a(T) = ae^{-\frac{b}{T}}, \quad (11)$$

де a і b — сталі; $a = 1,325 \cdot 10^{13}$ дин/см²; $b = 3753,56$.

Густина насичуючої пари:

$$\delta_a(T) = \frac{\mu}{R} \frac{P_a(T)}{T}. \quad (12)$$

Кількість пари над одиницею площі:

$$\tilde{m} = \int_0^n \delta_a dh = \frac{\mu \cdot a}{R\Gamma_a} \int_{T_c}^{T_n} e^{-\frac{b}{T}} \frac{dT}{T}, \quad (13)$$

або після інтегрування:

$$m = \frac{a\mu}{R\Gamma_a} \left[E_i\left(-\frac{b}{T_n}\right) - E_i\left(-\frac{b}{T_c}\right) \right]. \quad (14)$$

У цьому разі маса сконденсованого аміаку над одиничною площею буде:

$$\Delta m = m - \tilde{m}. \quad (15)$$

За допомогою одержаних вище формул можна розрахувати кількість аміаку над хмарною поверхнею. Повна маса аміаку в усіх трьох фазах дорівнює:

$$m_0 = \int_0^{h_0} \delta(h) dh, \quad (16)$$

де $\delta(h)$ задається формулою (8).

Виконавши інтегрування, знайдемо:

$$m_0 = \frac{1}{H \cdot \Gamma_a^2} \left[\frac{\delta_a(T_0)}{T_0^{n-1}} - \frac{\delta_a(T_c)}{T_c^{n-1}} \right] \frac{T_c^{n+1} + n T_0^{n+1} - (n+1) T_c \cdot T_0^n}{n(n+1)} + \frac{\delta_a(T_c)}{\Gamma_a \cdot T_c^{n-1}} \left(\frac{T_0^n}{n} - \frac{T_c^n}{n} \right). \quad (17)$$

Кількість газоподібного аміаку над поверхнею хмар у вертикальному стовпі атмосфери з одиничною площею поперечного перерізу:

$$\tilde{m}_0 = m_0 - \Delta m. \quad (18)$$

Знаючи $\tilde{m}_0$, неважко розрахувати еквівалентний шлях U . Еквівалентний шлях, приведений до нормальних умов (тиск 1 атм і температура 0° С), дорівнює:

$$U = \frac{\tilde{m}_0}{\rho_0}, \quad (19)$$

де ρ_0 — густина газу при нормальних умовах.

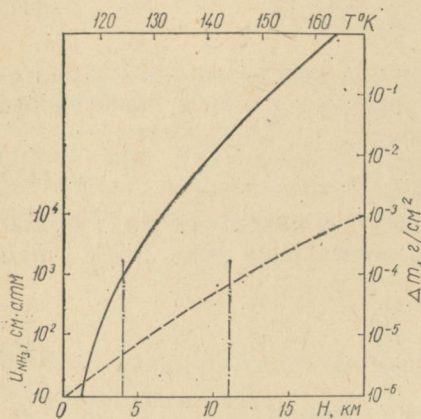
Результати обчислень кількості аміаку в твердій (Δm) та газоподібній формі (U) в атмосфері Юпітера приведені на рисунку. Порівняння їх з даними досліджень дає можливість оцінити висоту нижньої границі аміачного серпанку. Кількість речовини в серпанку ми визначили в [4]. Аналіз результатів [5] і [6] приводить до дещо більшого значення оптичної товщини серпанку, а звідси, і до більшої маси сконденсованої речовини в ньому. Таким чином, Δm повинно бути порядку $10^{-4} \text{ г} \cdot \text{см}^2$, а відповідна йому (див. рисунок) висота нижньої границі серпанку $\approx 4 \text{ км}$. Другу незалежну оцінку зробимо за кількістю газоподібного аміаку, знайденого спектрофотометричним методом. Койпер [7] знайшов еквівалентний шлях $U_{\text{HN}_3} = 700 \text{ см} \cdot \text{атм}$. Йому відповідає висота нижньої границі $\approx 11 \text{ км}$. Мабуть, ця величина дещо завишена внаслідок розсіювання квантів між шаром аерозолі і хмарною поверхнею.

Отже, товщина шару аерозолі дорівнює $4 \div 11 \text{ км}$, причому кількість аміаку в твердій і газоподібній формі збігаються за порядком величини з даними досліджень. Висота шару аерозолі над поверхнею хмар дорівнює $25\text{—}29 \text{ км}$.

Становить інтерес також оцінка відношення маси атмосфери між шаром аерозолі і поверхнею хмар до повної маси атмосфери над цією поверхнею. В межах моделі, що використовувалася для обчислень ($T_c = 113^\circ \text{ К}$, $\Gamma_a = 2,8 \cdot 10^{-5} \text{ град} \cdot \text{К}^\circ / \text{см}$, $\bar{\mu} = 2,6$ [8], $T_0 = 200^\circ \text{ К}$), при товщині шару аерозолі $\approx 10 \text{ км}$ це відношення дорівнює 0,74. Аналогічне відношення одержане нами ра-

ніше по варіаціях еквівалентної ширини CH_4 $6190 \text{ \AA}$ [9] $\geq 0,71$ а висота шару аерозолей над поверхнею хмар $> 27 \text{ км}$.

Недавно автори [10] провели обчислення моделі з аерозольною складовою в атмосфері Юпітера, яка аналогічна моделі, запропонованій в 1965 р. [11].



Залежність кількості аміаку в твердій фазі Δm (—) і еквівалентного шляху U_{NH_3} (---) в атмосфері Юпітера від товщини аміачного серпанку H .

Згідно з їх даними відношення кількості водню між шаром аерозолі і поверхнею хмар до повної кількості водню над хмарною поверхнею дорівнює $\sim 0,77$, що досить добре узгоджується з нашими результатами.

Хмарний шар Юпітера може складатися з кристалів льоду. Це припущення, зроблене в [10], не суперечить результатам досліджень. Белтон і Фінк знайшли, що верхня границя кількості осадженої H_2O в атмосфері Юпітера дорівнює 40 мк [12]. Коли взяти температуру на верхній гра-

ниці хмар, рівну за Оуеном 225°K , тиск насиченої пари води дорівнюватиме $0,037 \text{ мм рт. ст.}$ Припустимо, що коефіцієнт об'ємного розсіяння $\sigma = 10^{-4} \text{ см}^{-1}$, тобто такий же, як у земних хмарах. Якщо імовірність виживання кванта $\lambda = 0,995$ [9], середнє число

розсіювань квантів дорівнює $\frac{1}{\sqrt{1-\lambda}}$ і еквівалентний геометричний

шлях кванта в хмарному шарі становитиме $\frac{1}{\sigma\sqrt{1-\lambda}}$. Враховуючи

молекулярне поглинання пари, що знаходиться над хмарами, при зазначених вище параметрах спостережувана кількість осадженої H_2O дорівнюватиме 150 мк . При температурі 200°K ця величина зменшиться до $\approx 10 \text{ мк}$. Ці оцінки показують, що кількість водяної пари в атмосфері Юпітера знаходиться на границі виявлення спектrophотометричним методом.

ЛІТЕРАТУРА

1. В. Г. Тейфель. «Астрономич. вестник», т. IV, № 2, 1970.
2. T. Owen, J. Woodman. *Astrophys. J.*, 154, № 1 part 2, 21, 1968.
3. А. Т. Матвеев. Основы общей метеорологии. Физика атмосферы, 1965.

4. М. Ф. Ходячих. «Вестник ХГУ, вып. 3, сер. астрономич.», № 28, 1967.
5. М. Ф. Ходячих. «Вестник ХГУ, вып. 5, сер. астрономич.», 39—42, 1970.
6. М. Ф. Ходячих. «Вестник ХГУ, вып. 5, сер. астрономич.», 43—48, 1970.
7. Г. Койпер. Атмосферы Земли и планет, М., 1951.
8. В. И. Мороз. Физика планет. М., 1967.
9. М. Ф. Ходячих. «Вестник ХГУ, вып. 6, сер. астрономич.», 1971.
10. R. E. Danielson, M. G. Tomasko. J. Atmos. Sci., 1969, № 5, part 1, 889—897.
11. М. Ф. Ходячих. «Вестник ХГУ, вып. 1, сер. астрономич.», № 4, 1965.
12. T. Owen. Earth and Extraterrest. Sci, 1970, 1, № 3, 89—97.

ВИЗНАЧЕННЯ ДІАМЕТРІВ ЗОБРАЖЕНЬ ЗІРОК ІЗ СПОСТЕРЕЖЕНЬ НА ПАСАЖНОМУ ІНСТРУМЕНТІ ХАО

А. Д. Єгоров, О. Ф. Ванцан

Лінійна реєстрація світлового потоку від зірок при визначенні поправки годинника із спостережень на фотоелектричному пасажному інструменті дає більшу кількість інформації, ніж класичний спосіб запису проходжень зірок. Цей надлишок інформації дозволяє створити більш повне уявлення про реєструючий процес в цілому і його окремі характеристики.

Вивчення, наприклад, такої характеристики, як форма кривої фотоструму, дає інформацію про розподіл яскравості в зображенні зірки. Одним з найбільш важливих параметрів розподілу яскравості в зображенні зірки є ефективний діаметр зображення. Знання цього параметра дозволяє судити про стан атмосфери під час спостережень, оцінити випадкові й деякі систематичні помилки. Так, при реєстрації проходжень зірок з класичним методом Н. Н. Павлова з *РС*-фільтром знання діаметрів зображень зірок дає змогу виключити систематичні помилки в запізненні фотоелектричної установки [1].

Теоретично підрахувати величину ефективного діаметра зображень зірок майже неможливо, тому на практиці його найкраще визначати безпосередньо з спостережень.

Для одержання експериментальних даних ми використовували установку синхронного детектування з попереднім записом проходжень зірок на магнітну плівку [2]. При цьому припускалося, що:

1) візирні ґратки мають рівні за шириною щілини і точно такої ж ширини проміжки між ними;

2) форма вимірюваної кривої фотоструму на періоді має вигляд трапеції з синусоїдальними сторонами (1); якщо за рівняння фронту взяти функцію

$$f(t) = A \sin(\omega t + \varphi), \quad (1)$$

то задача зводиться до визначення одного з параметрів цієї функції — частоти. Зв'язок частоти з діаметром зображення такий:

$$\omega = \frac{2\pi}{S},$$

де S — діаметр зображення зірки в секундах часу.

Оскільки на виході синхронного детектора одержуємо середні значення за декілька періодів, оцінимо, як асинхронізм комутатора впливає на результат вимірювання частоти. Асинхронізм комутатора призводить до того, що кожний наступний період кривої фотоструму додається до попередніх з деяким фазовим зміщенням:

$$\Delta = \omega \frac{T - T_0}{T_0},$$

де T_0 — період кривої фотоструму; T — період комутатора; ω — частота, яку треба визначити.

Амплітуду A та фазу зсуву δ сумарної кривої можемо знайти з рівняння

$$\frac{1}{m} \sum_{n=0}^m \sin(\omega t + n\Delta) = A \sin(\omega t + \delta), \quad (2)$$

де m — число періодів, що додаються; $\sin \omega t$ — вихідна крива.

Коли припустити, що $\Delta n \ll 1$, то амплітуда A приблизно дорівнює

$$A \approx 1 - \frac{2(m-1)(2m-1) - 3(m-1)^2}{24} \Delta^2. \quad (3)$$

При вимірюванні кривої з точністю до 1% необхідно, щоб

$$\frac{2(m-1)(2m-1) - 3(m-1)^2}{24} \Delta^2 < 10^{-2}. \quad (4)$$

У нашому випадку число періодів, що додаються, не перевищує п'яти, тому для задоволення умови (4) при звичайних діаметрах забражень зірок асинхронізм $\frac{T - T_0}{T_0}$ не повинен перевищувати $3 \cdot 10^{-2}$.

Для нашої установки $\frac{T - T_0}{T_0} < 0,01$.

Рівняння (2) справедливе лише на тих ділянках фронту сумарної кривої, де немає вкладу в криву від плоских основ трапеції. Це накладає друге обмеження на величину асинхронізму. Далі ми покажемо, що за нашою методикою обчислювань це обмеження буде слабшим, ніж в (4).

Розглянемо методичну сторону експерименту. Щоб одержати частоту функцій (1), використовувалися значення останньої в області максимального нахилу фронтів трапеції, а також її амплітуда A .

Для цієї мети детектор включався таким способом, що значення першого і другого каналів стосувалися фронтів трапеції, а п'ятого і шостого — основ. Тоді в п'ятому і шостому каналах буде нагромаджуватися амплітудне значення A , а в першому і другому — величини i_1 та i_2 , які є інтегральними характеристиками кривої, що реєструється:

$$i_1 = A \int_{-\tau}^0 \sin \omega(t + \varphi) dt, \quad (5)$$

$$i_2 = A \int_0^{\tau} \sin \omega(t + \varphi) dt, \quad (6)$$

де $\tau = \frac{T_0}{16}$; ω — шукана частота; φ — фаза;

При такій розстановці каналів друге обмеження з боку асинхронізму комутатора задовольняється співвідношенням

$$\delta < \frac{\pi}{4} - \frac{T}{32 \cdot S \cdot \pi}, \quad (7)$$

де згідно з [2],

$$\delta = \arctg \Delta \frac{m-1}{2}. \quad (8)$$

У нашому випадку $m \leq 5$, $\Delta = 0,1$, $\delta \lesssim 2\Delta$, тобто умова (7) завідомо виконується. Оскільки (5) і (6) є значення інтегралів на майже лінійній частині кривої, вигідно підінтегральну функцію представити у вигляді ряду за степенями аргументу. Тоді, нехтуючи членами степені вище третьої, матимемо:

$$i_1 = A\omega\tau \left[\varphi - \frac{\tau}{2} + \frac{\omega^2}{24} (-4\varphi^3 - 6\varphi^2\tau - 4\varphi\tau^2 + \tau^3) \right], \quad (9)$$

$$i_2 = A\omega\tau \left[\varphi + \frac{\tau}{2} - \frac{\omega^2}{24} (+4\varphi^3 + 6\varphi^2\tau + 4\varphi\tau^2 + \tau^3) \right].$$

Розв'язуючи ці рівняння методом наступних наближень, знаходимо ω і φ .

Нульове наближення:

$$\omega_0 = \frac{i_2 - i_1}{2A\tau^2}, \quad \varphi_0 = \frac{i_2 + i_1}{2A\tau\omega_0}. \quad (10)$$

Наближення порядку n :

$$\begin{aligned}\omega_n &= \omega_{n-1} \left[1 + \frac{\omega_{n-1}^2}{12} (6\varphi_{n-1}^2 + \tau^2) \right], \\ \varphi_n &= \varphi_{n-1} \left[1 + \frac{\omega_{n-1}^2}{6} (\varphi_{n-1}^2 + \tau^2) \right].\end{aligned}\quad (11)$$

Застосовуючи викладену методику, ми визначали діаметри зображень ряду зірок (10 шт). Для оцінки помилки вимірювань кожна зірка вимірювалася на декількох ділянках кривої фото-струму.

Після приведення до екватора величина діаметра зображення становила $0,75 \pm 0,1$ за рівнем 0,5. Цей результат слід вважати попереднім, зважаючи на невелику статистику.

ЛІТЕРАТУРА

1. Н. Н. Павлов. Труды ГАО АН СССР, сер. II, т. 59, Л., 1946.
2. А. Д. Егоров. «Вестник ХГУ, сер. астрономич.», № 36, вып. 6. Изд-во ХГУ, Харьков, 1970.

АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ ФОТОГРАФІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ОДНОГО ПРОХОДЖЕННЯ ШТУЧНОГО СУПУТНИКА ЗЕМЛІ

П. П. Павленко

Спостереження. Фотографічні спостереження штучного супутника Землі «Пагеос» проводилися 8 липня 1968 р. на фотокамері НАФА-Зс/25 з азимутальною установкою. Аероплівка — ізопанхром, тип. 15. Керування затвором (одержання регулярних експозицій тривалістю 0,1 сек) здійснювалося від кварцевого годинника ХДНДІМ. Електромагніт затвора живився від випрямляча ВСА-5, на виході якого поставлена батарея конденсаторів для згладжування випрямленої напруги. Випрямляч живився через стабілізатор. Оскільки збільшення вихідної напруги випрямляча на 1 в викликає зменшення часу відкривання затвора на 1 мсек (поблизу робочої напруги), що приводить до зменшення поправки $T_{\text{ек}} - T_{\text{кв}}$ [2] на 0,25 мсек, то бажано фіксувати напругу, з точністю до $\pm 0,5$ в. Ціна поділки вольтметра випрямляча дорівнює 5 в і по ньому важко відлічувати напругу навіть з точністю до ± 1 в. Тому на виході випрямляча був поставлений мікроамперметр М266, прокалібрований на напругу таким чином, що ціна однієї поділки мікроамперметра дорівнювала 0,5 в, в результаті чого відлічувати напругу випрямляча можна було точністю до $\pm 0,1$ в.

За 1 год. до спостереження і через 1 год. після нього на осцилограму за допомогою фотопомножувача ФЭУ-25 з підсилювачем на транзисторах П-13 записувався процес роботи затвора від контактів кварцевого годинника, а також робота контактів останнього. На осцилограму записувалася також частота 500 *гц* відмітчика часу і частота 100 *гц* кварцевого генератора (остання — для зручності й більшої точності зчитування з осцилограми часових інтервалів тривалістю 0,1—0,2 *сек*). За допомогою осцилограм визначалася різниця в часі між серединою регулярних експозицій і замиканням контактів кварцевого годинника, тобто $T_{\text{ек}} - T_{\text{кв}}$. Виявилося, що ця поправка дорівнює $+0^{\text{s}},1056 \pm \pm 0^{\text{s}},0005$. За даними ХДНДІМ замикання контактів кварцевого годинника під час спостереження відбувалися в 764,1 *мсек* (в системі еталонного часу). Цей момент визначався також незалежно від ХДНДІМ, але з меншою точністю, за допомогою приймача ПРВ Астрономічної обсерваторії ХДУ. Він з точністю до 2 *мсек* збігався з наведеним вище його значенням. Таким чином, середина регулярних щосекундних експозицій відбувалася в 869,7 *мсек*.

Під час спостережень застосовувався новий затискний гвинт по висоті.

Вимірювання. Прямокутні координати слідів супутника і зірок на негативах вимірювалися на приладі УИМ-21 з введенням інструментальних поправок приладу. Для підвищення точності вимірювань наведення на об'єкти проводилися не хрестом, а штрихами штрихової сітки приладу. Вимірювання здійснювалися з поворотом негатива на 180°. В обох положеннях негативів, що відрізняються на 180°, об'єкти вимірювалися в прямій і без перерви зворотній послідовностях (в кожному випадку на об'єкт здійснювалося одне наведення).

Це робилося для виключення лінійної частини зміни відліків за приладом залежно від зміни температури. Перед вимірюванням кожний негатив орієнтувався таким чином, щоб слід супутника був розміщений паралельно осі *X* приладу. Піврізніці результатів вимірювань в двох положеннях негативів, що відрізняються на 180°, використовувалися далі для обчислення екваторіальних координат супутника α , δ , півсуми — для визначення центрів обертання негативів.

Оцінка точності наших вимірювань слідів зірок і супутника була зроблена за аналогією з оцінкою точності вимірювань, застосованою В. В. Подобедом [3] для зірок, тобто за збіжністю координат центра обертання негатива, обчислених по кожній вимірній точці сліду зірки. З цією метою координати центра обертання негатива, обчислені за вимірами точок сліду однієї і тієї самої зірки, усереднювалися. Потім обчислювалися їх відхилення від середнього значення. За цими відхиленнями, знайденими для всіх зірок даного негатива, обчислювалася середня квадра-

Таблиця 1

Середні квадратичні помилки визначення центрів
обертання негативів (в 0,1 мк)

Номери негати- вів	Кіль- кість точок	З і р к и			Помилки обчис- лювалися за точ- ками одних і тих самих або різних зірок	Супутник		
		ϵ_x	ϵ_y			Кіль- кість точок	ϵ_x	ϵ_y
1	6	± 14	± 7	Р		10	± 5	± 8
2	25	6	10	О		10	9	6
3	8	8	11	О		10	7	7
4	20	9	8	О		10	8	10
5	16	8	5	О		10	8	6
7	7	19	14	Р		7	5	4
8	7	11	10	Р		10	7	8
9	6	17	26	Р		10	8	6
10	14	7	6	О		10	6	8

тична помилка вимірювання однієї точки сліду зірки цього негатива ϵ_x і ϵ_y (табл. 1). У тих випадках, коли на слідах зірок вимірювалося по одній точці, середнє значення центра обертання негатива визначалося за допомогою різних зірок (негативи № 1, 7, 8, 9). У цих випадках ϵ_x і ϵ_y означає верхню границю точності вимірювань слідів зірок, бо сюди входять також помилки, які залежать від неточності повороту негатива на 180° , а також помилки вимірів, що залежать від різної яскравості зірок — помилки центру [1]. Але останні два види помилок не ввійдуть в одержані екваторіальні координати супутника, бо вони виключаються в процесі обчислень.

Вимірювання 83 точок 24 зірок, проведені на п'яти негативах, показали, що середня квадратична помилка вимірювання однієї точки сліду зірки дорівнює $\pm 0,7$ мк по X і $\pm 0,8$ мк по Y . Вимірювання 87 точок сліду супутника на дев'яти негативах свідчать, що середня квадратична помилка вимірювання однієї точки сліду супутника дорівнює $\pm 0,8$ мк по X і $\pm 0,7$ мк по Y . Але через те, що експозиції зірок не були однакові (вони дорівнювали 1^s — 3^s) а супутник також змінював яскравість, то під час вимірювань була присутня помилка центра. Тому можна стверджувати, що точність наших вимірювань на приладі УИМ-21 слідів зірок і супутника, одержаних на фотокамері НАФА-3 с/25, становить $\pm 0,7$ мк по X і Y .

Обчислення. Координати супутника α , δ визначалися способом А. А. Кисельова у векторній формі по двох трійках опорних зірок, час T — способом найменших квадратів по 10 виміряних точках сліду супутника. Результати обчислень наведені в табл. 2. Тут $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ — відхилення α , δ , обчислені по одній трійці опорних зірок, від середніх значень; ϵ_T — помилка моментів часу, обчис-

Положення ШСЗ «Пагеос» 8 липня 1968 р. під час спостережень у Харкові

Номери негативів	UT	α_{1950}	δ_{1950}	$ \Delta\alpha \cdot 15 \cos \delta$	$ \Delta\delta $	Номери опорних зірок	ϵ_T
1	20 ^h 09 ^m 53 ^s ,8698	15 ^h 08 ^m 33 ^s ,13	+10°27'12",7	0",4	0",7	1, 2, 4 і 1, 5, 6	$\pm 0,^s0028$
2	13 58,8753	15 04 41,77	+25 43 14,0	0,6	0,5	1, 3, 4 і 2, 3, 5	0,0018
3	17 52,8748	14 57 17,58	+40 12 35,0	1,3	0,1	1, 2, 3 і 1, 2, 4	0,0010
4	21 08,8724	14 46 15,66	+51 43 36,9	0,3	0,2	1, 4, 5 і 4, 5, 6	0,0023
5	23 53,8770	14 30 38,18	+60 41 45,6	0,0	0,0	1, 2, 3 і 1, 2, 4	0,0017
7	30 52,8637	12 20 47,95	+78 32 37,7	1,4	3,0	1, 2, 3 і 4, 5, 6	0,0041
8	34 10,8614	09 16 09,17	+81 01 07,6	3,0	1,6	1, 2, 7 і 4, 5, 6	0,0023
9	36 10,8816	07 33 20,58	+79 19 22,3	0,6	0,8	2, 5, 6; 3, 5, 6 і 4, 5, 6	0,0034
10	41 03,8565	05 43 54,38	+71 20 57,7	1,0	0,0	1, 2, 3 і 4, 5, 6	0,0037

Таблиця 3

Відхилення по α , δ , h для різних експозицій зірок

Номери негативів	Номери експозицій зірок	$\Delta\alpha \cdot 15 \cos \delta$	$\Delta\delta$	Δh	До регулярних експозицій чи після них
2	2	-0",5	0",0	-0",3	До
	3	-0,8	+2,0	+1,1	"
	4	+0,7	-0,5	0,0	Після
	5	-0,3	-1,6	-1,4	"
	6	+0,9	+0,2	+0,7	"
	1	+0,2	+0,2	+0,2	До
4	2	-0,7	-0,3	-0,5	"
	3	+0,4	+0,2	+0,3	Після
	4	+0,4	-0,1	+0,2	"
	5	-0,1	-0,2	-0,1	"
5	1	+1,0	+1,6	+0,6	До
	2	-1,0	-0,7	-0,5	"
	3	-0,1	-0,9	-0,1	Після
10	1	-1,2	-0,3	-0,3	До
	2	+1,2	+0,3	+0,3	Після
ϵ		$\pm 0,8$	$\pm 0,8$	$\pm 0,6$	—

лена для кожного негатива за внутрішньою збіжністю (без урахування помилки еталонного часу).

Стійкість установки. Внаслідок того, що затвор може вплинути на стійкість фотокамери під час фотографування, була перевірена надійність роботи затискних гвинтів (особливо нового затискного гвинта по висоті) за допомогою вказаного вище проходження супутника. Для цього на чотирьох негативах вимірювалися сліди зірок як до регулярних щосекундних експозицій, так і після них. Координати супутника обчислювалися окремо по кожних однойменних експозиціях зірок.

У табл. 3 наведено відхилення супутника по α і δ для кожної виміряної експозиції зірок від середніх значень, обчислених по всіх виміряних експозиціях зірок.

Середня квадратична помилка для $\Delta\alpha \cdot 15 \cos \delta$, а також для $\Delta\delta$ дорівнює $\pm 0",8$. За відхиленнями $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ обчислені відхилення по висоті Δh . Табл. 3 показує, що Δh , обчислені за експозиціями зірок до регулярних експозицій і після них, розподілені випадково. Середня квадратична помилка Δh дорівнює $\pm 0",6$.

Таблиця 4

Відхилення обчислених координат зірок від каталожних

Номери негативів	Опорні зірки	Контрольні зірки	$\Delta\alpha \cdot 15 \cos \delta$	$\Delta\delta$
1	1, 2, 4	5 6	$-2''.7$ $+3.8$	$-1''.3$ 0.0
7	1, 2, 3	5 7	-3.2 -2.3	-5.2 -0.5
10	4, 5, 6	8	$+2.1$	$+2.8$

Таким чином, затискні гвинти працюють добре, в тому числі й новий гвинт по висоті.

Оцінка точності спостережень по контрольних зірках. На трьох негативах були виміряні координати п'яти контрольних зірок і обчислені їх екваторіальні координати по тих же трійках опорних зірок, які застосовувалися для визначення координат супутника. Різниці обчислених координат контрольних зірок і каталожних $\Delta\alpha = \alpha_{\text{обч}} - \alpha_{\text{кат}}$, $\Delta\delta = \delta_{\text{обч}} - \delta_{\text{кат}}$ наведені в табл. 4. Середня квадратична помилка дорівнює $\pm 3''.2$ для $\Delta\alpha \cdot 15 \cos \delta$ і $\pm 3''.0$ для $\Delta\delta$.

ВИСНОВКИ

Дані табл. 1 показують, що точність вимірювання однієї точки сліду супутника і зірок дорівнює ± 0.7 мк.

З табл. 3 виходить, що збіжність визначення координат супутника α , δ за різними експозиціями зірок дорівнює $\pm 0''.8$. Це узгоджується з даними табл. 1, бо для фотокамери, що застосовувалася ($F=253$ мм), 0.7 мк на негативі відповідає $0''.6$.

З табл. 2 можна знайти, що помилка визначення координат супутника по різних трійках опорних зірок більша $\pm 1''.3$ по α і δ , а з табл. 4 — що контрольні зірки визначаються з точністю до $\pm 3''$. Отже, існують якісь додаткові помилки близько $\pm 1''$ — $\pm 2''$, що не залежать від помилок вимірювань. Такими помилками можуть бути спотворення об'єктива, деформації фотоплівки, помилки каталожних положень зірок і помилки методу обчислень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Е. Я. Бугославская. Фотографическая астрометрия. Гостехиздат. М.—Л., 1947.
2. П. П. Павленко. О повышении точности привязки моментов времени фотографических наблюдений ИСЗ к кварцевым часам. «Вестник Харьковск. ун-та, № 28, сер. астрономич.», вып. 3, 1967.
3. В. В. Подобед. Определение точных положений малых планет при помощи широкоугольного астрографа. «Сообщения ГАИШ», № 82, 1952.

ПРОХОДЖЕННЯ МЕРКУРІЯ ПО ДИСКУ СОНЦЯ 9.V.70 р.

В. Х. Плужников

У Харківській астрономічній обсерваторії 9.V.70 р. спостерігали проходження Меркурія по диску Сонця.

Контакт	Всесвітній час	Спостерігач
II	7 ^h 23 ^m 20,2 ^s 7 23 20,3 7 23 32,4	К. Н. Кузьменко В. Х. Плужников П. П. Павленко
III	15 08 14,3 15 08 16,2 15 08 21,3	К. Н. Кузьменко В. Х. Плужников П. П. Павленко
IV	15 11 13,0 15 11 13,2 15 11 16,2	В. Х. Плужников К. Н. Кузьменко П. П. Павленко

Спостереження проводили на 8 рефракторі, проектуючи Сонце на екран.

ФОТОГРАФІЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ КОМЕТИ БЕННЕТА

М. П. Бондаревський, К. Н. Кузьменко, Г. А. Орлов

Комета Беннета була відкрита 28 грудня 1969 р.

Спостереження комети Беннета на Харківській астрономічній обсерваторії проводилися на астрографі Цейса (діаметр — 160 мм, фокус — 750 мм) з 29.IV. до 4.V.70 р.

Фотографії комети зроблені на фотопластинках ZP-3 з експозиціями від 30 до 45 хв.

На фотографіях видно голову й хвіст комети.

Фотографії вимірювалися на машині УИМ-21.

Після обчислення одержано такі положення комети:

Місяць 1970 р.	Число місяця, частка доби	α 1950,0	δ 1950,0
квітень	29,00521	0 ^h 22 ^m 57 ^s ,1	58°46'57"
"	29,82465	0 26 49,5	59 12 59
"	29,94306	0 27 25,1	59 16 50
"	30,02257	0 27 45,9	59 19 13
травень	3,92778	0 45 53,2	61 07 32
"	3,96944	0 46 14,6	61 08 31
"	4,01111	0 46 24,1	61 09 23

УСТАНОВКА ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО РУХУ НИТКИ МІКРОМЕТРА ХАРКІВСЬКОГО МЕРИДІАННОГО КРУГА

М. Г. Зуєв

Для більш вигідного використання контактного мікрометра в ряді обсерваторій на меридіанних кругах застосовують різні пристрої для автоматичного обертання мікрометричного гвинта прямих сходжень. Переваги цього способу перед ручним веденням нитки очевидні: підвищується точність і полегшується процес спостережень.

Установка такого пристрою є одним із завдань модернізації та автоматизації харківського меридіанного круга.

Пристрій повинен відповідати таким вимогам:

1) допускати можливість у широких межах з достатньою точністю встановлювати швидкість обертання гвинта в обох напрямках; бажано перекривати діапазон від екватора до Полярної;

2) мати зручний спосіб корекції положення рухомої нитки мікрометра; без корекції швидкість обертання гвинта повинна бути стабільною, що впливає з самого змісту поставленого завдання;

3) мати малу вагу, не викликати вібрацію труби та інших шкідливих впливів.

Механізм з пружиною, який є на ХАО, цим вимогам не відповідає. Він дуже важкий, викликає вібрацію труби і, за дослідженнями проф. М. М. Євдокимова [1], не дає скільки-небудь помітного підвищення точності спостережень.

Двигун постійного струму для цієї мети мало придатний. Швидкість обертання його залежить від моменту навантаження. Таку саму хвилю має і асинхронний індукційний двигун.

Найкраще до такого пристрою підходить синхронний двигун. Але таких двигунів, які випускає промисловість і які задовольняють вищевикладеним вимогам, на жаль, знайти не вдалось.

Довелося в місцевих умовах виготовити невеликий двигун, який за будовою нагадує кроковий двигун. Його статор має вісім полюсів. Ротор — постійний магніт з фериту барію. Принцип дії мотора такий: дешифратор по черзі підключає до джерела струму кожну з восьми обмоток; з проходом кожного поодинокого імпульсу струму ротор обертається на кут (крок) 45° . При частоті 500 імпульсів на секунду ротор обертається з швидкістю, відповідною руху екваторіальної зірки. Частоту імпульсів можна зробити як завгодно малою, що дає змогу спостерігати зірки практично всіх схилень.

Для зв'язку ротора мотора з гвинтом мікрометра служить редуктор, подібний до того, що його застосував А. М. Стафеев у Одесі, тільки з дещо відмінним співвідношенням передач. Завдяки двом електромагнітам це співвідношення можна зменшити

в 10 разів, або зовсім відключити редуктор від гвинта, що дає безумовну зручність.

Закріплюється мотор з редуктором на захисній трубі інструмента. Вага його з кріпленням не перевищує 0,5 кг. Віб्राції труби й мікрометра під час роботи мотора відсутні.

Однією з особливостей установки є здійснення корекції положення рухомої нитки мікрометра відносно спостережуваного об'єкта за допомогою сельсина КС-3. При обертанні ручкою ротора сельсина в той чи інший бік нитка відповідно переміщується відносно об'єкта пропорційно числу обертів сельсина. Ціна оберту — 0,002.

Блок-схема корекції і живлення мотора зображена на рис. 1. Тут Г — звуковий генератор, за допомогою якого можна задавати швидкість обертання мотора. Синусоїдна напруга від генератора надходить на формувач Φ_1 , який перетворює її в сигнали прямокутної форми

і подає на вхід першого з трьох низькочастотних тригерів, що утворюють лічильник на шість. Для схем формувачів і тригерів існує численна література, наприклад [2, 3].

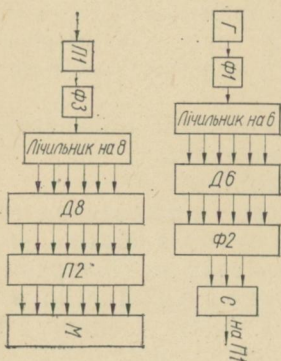


Рис. 1.

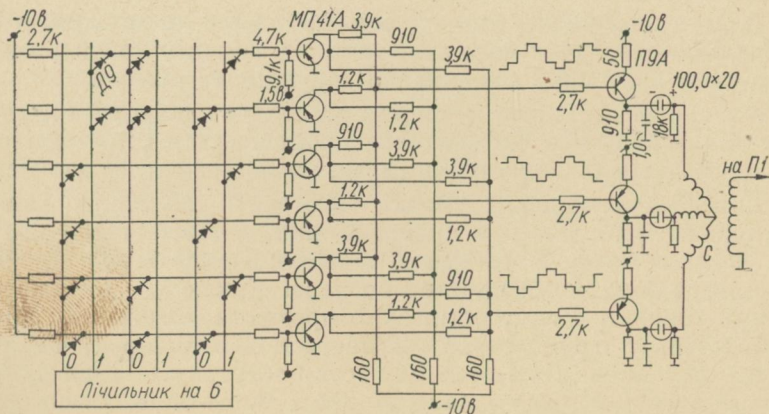


Рис. 2.

Виходи тригерів з'єднані з шинами діодної матриці неповного дешифратора на шість положень, який, як видно з рис. 2, по черзі підключає шість підсилювачів, що формують трифазну ступін-

часту синусоїдну напругу. Після додаткового підсилення і згладжування ця напруга подається на обмотки статора сельсина. З ротора сельсина знімається після згладжування синусоїдний сигнал, який іде на підсилювач P_1 , а потім подається на вхід такого ж, як і Φ_1 , формувача. Φ_3 запускає перший з трьох послідовно з'єднаних тригерів, які, утворюючи лічильник на вісім, працюють на повний дешифратор на вісім положень, а той, як сказано вище, комутує обмотки мотора з джерелом живлення.

Сельсин у даній схемі відіграє роль фазообертача.

Реверс мотора можна здійснити, якщо поміняти місцями виходи «1» і «0» у тригерів лічильника на вісім.

Всі тумблери і ручки управління роботою мотора, електромагнітів і друкуючого хронографа виведені на коробку фазообертача, в якій знаходиться сельсин. Це дозволяє під час спостережень не доторкатися до труби.

Таким чином, пристрій відповідає вищевикладеним вимогам. Попередні дослідження і пробні спостереження з моторчиком показали, що за його допомогою точніше й легше здійснюється бісекція зірки ниткою, а спостерігач менше напружує увагу.

Остаточні висновки можна буде зробити після великих рядів спостережень каталога «яскравих зірок».

На закінчення висловлюємо щире подяку молодшому науковому співробітникові ХАО А. Д. Єгорову за цінні поради та допомогу в роботі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Н. Н. Евдокимов. Определение параллакс неподвижных звезд по наблюдениям меридианным кругом астрономической обсерватории Харьковского университета, Харьков, 1912.
2. К. К. Тычино. Пересчетные декады. Изд-во «Энергия», М., 1970.
3. Р. Д. Бай, И. З. Бреслав и др. Управление следящими электроприводами с применением цифровых устройств. Изд-во «Энергия», М., 1969.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЛАДУ УИМ-21

П. П. Павленко

Відомо, що точність кожного вимірювального приладу залежить від умов, в яких на ньому працюють.

Універсальний вимірювальний мікроскоп УИМ-21 № 580141 (випуску 1958 р.) в Астрономічній обсерваторії ХДУ в тому приміщенні, де він зараз знаходиться, був встановлений у 1961 р. На УИМ-21 регулярно проводилися вимірювання негативів, одержаних під час фотографічних спостережень штучних супутників Землі. Поправки за непрямолінійність напрямних лінійок, ходові й періодичні помилки мікрометрів з точністю до ± 1 мк були визначені в 1962 р. Вони виявилися рівними близько 1 мк.

Метою досліджень, викладених у даній статті, є визначення всіх поправок приладу з точністю до $\pm 0,1$ мк і встановлення їх залежності від температури. Результати досліджень можуть бути використані як для підвищення точності фотографічних спостережень штучних супутників Землі, так і для інших робіт з фотографічної астрометрії.

Методика досліджень. Визначення поправок приладу з точністю до $\pm 0,1$ мк досягалося не стільки за рахунок великої кількості вимірювань, скільки за рахунок великої точності наведення на вимірювані об'єкти. Для цього, наприклад, підбирали дуже тонкі штрихи (товщиною близько 1—5 мк), які одержували шляхом прорізування лезом безпечної бритви, закріпленим на приладі УИМ-21, верхнього шару емульсії прозорої фотопластинки або аерофотоплівки. При вимірюванні ці штрихи (або металева нитка) орієнтувалися строго по одній з осей, а штрихова лінія сітки кутового відлікового мікроскопу [2] оберталася відносно цієї осі на кут близько $+1^\circ$ (по кутовому відліковому мікроскопу 1°). Тоді між штрих-об'єктом (або ниткою) і двома штрихами сітки, розташованими на однаковій відстані від центра і по різні боки від нього, виходять дуже вузькі просвіти (близько 2—4 мк). Дослідник повинен добиватися однакової ширини двох просвітів. Після повороту пластинки (або нитки) навколо горизонтальної осі на 180° штрихова лінія сітки оберталася на кут -1° (відлік по кутовому відліковому мікроскопу 359°) і, таким чином, просвіти знов опинялися з того ж боку штрих-об'єкта (нитки). Так досліджувалися мікрометри й напрямні лінійки.

Під час досліджень поділок шкал вимірювалися штрихи скляної шкали, дуже чіткі і так само достатньо тонкі (товщина близько 3 мк).

Всі дослідження проводилися за допомогою об'єктива МТ-21 із збільшенням $3\times$, тобто загальне збільшення головного мікроскопу становило $30\times$.

Мікрометри і шкали вивчалися двома дослідниками, а напрямні лінійки — одним дослідником, але за допомогою двох об'єктів: металевої нитки і пластинки.

Спочатку визначався вплив зміни температури повітря біля приладу на результати вимірювань. Відповідно до результатів цих досліджень проводилися дальші дослідження, зокрема об'єкти вимірювалися без перерви в прямій і зворотній послідовності.

Вплив зміни температури повітря біля приладу на вимірювання. Насамперед треба було з'ясувати, як змінюються відліки приладу із зміною температури, коли каретки приладу [2] переміщувати на маленькі відстані (до 6 мк). Для цих досліджень об'єктом був штрих скляної шкали, яка приклеювалася до скла плоского стола. Два наведення на такий штрих, який має товщину 3 мк, дають помилку вимірювання близько $\pm 0,1$ мк. Вимі-

рювання проводилися в різні дні при різних змінах температури з часом. Відліки робилися через кожні півгодини на протязі 5—10 годин, а під час великих змін числових значень відліків — через 5—10 хв. Результати вимірювань наведені на рис. 1—7 і в табл. 1.

Таблиця 1

Залежність швидкості зміни числових значень відліків
від швидкості зміни температури

Шкали	Швидкість зміни температури	Швидкість зміни числових значень відліків	Максимальна помилка відліку при оптимальній методиці вимірювань на протязі 2 год.
X	+0,20 град/год	—0,20 мк/год	$\pm 0,1$ мк
	+0,75	—0,35	$\pm 0,2$
	+1,05	—0,80	$\pm 0,2$
	+1,65	—0,95	$\pm 0,4$
	—0,70	+0,20	$\pm 0,1$
Y	+0,20	—0,40	$\pm 0,2$
	+0,50	—1,10	$\pm 0,2$
	+1,35	—2,65	$\pm 0,3$
	+2,10	—6,60	$\pm 0,4$
Y (без стола)	+0,30	—0,30	$\pm 0,2$
	+0,40	—0,60	$\pm 0,2$
	+0,85	—1,15	$\pm 0,3$

Аналіз результатів приводить до таких висновків:

1. З рівномірним збільшенням (зменшенням) температури числові значення відліків зменшуються (збільшуються) рівномірно (з точністю до $\pm 0,1$ мк — $\pm 0,4$ мк, залежною від швидкості зміни температури). Якщо різко змінюється швидкість зміни температури, то по шкалі Y (рис. 4, 5) також різко змінюється швидкість зміни числових значень відліків. По шкалі X в даному разі швидкість зміни числових значень відліків деякий час може бути постійною (для рис. 2 — на протязі години), а потім також змінюється.

2. Чим більша швидкість збільшення (зменшення) температури, тим більша швидкість зменшення (збільшення) числових значень відліків.

3. Чим більша початкова швидкість збільшення температури, тим більша нелінійна частина в числових значеннях відліків поблизу їх мінімуму (поблизу максимуму температури).

4. Криві зміни числових значень відліків залежно від температури показують, що після максимуму температури числові значення відліків можуть бути всі менші (рис. 6) або всі більші

(рис. 7) від відповідних числових значень відліків, взятих при тих самих значеннях температури до максимуму.

5. Одна і та сама швидкість зміни температури в декілька разів більше впливає на швидкість зміни числових значень відліків по шкалі Y , ніж по шкалі X (табл. 1). Якщо плоский стіл зняти з приладу, а скляну шкалу приклеїти до опорної площини поз-

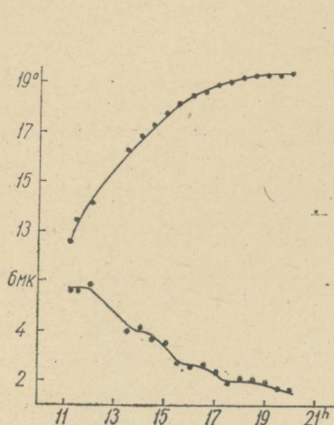


Рис. 1. Зміна відліків по шкалі X і температури з часом (23.I.70).

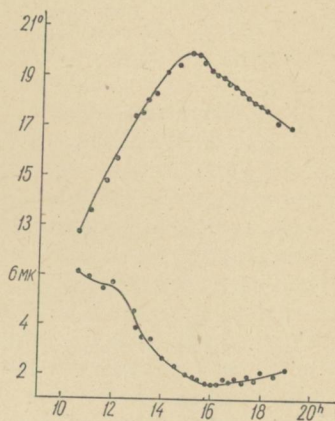


Рис. 2. Зміна відліків по шкалі X і температури з часом (26.I.70).

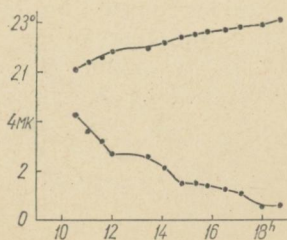


Рис. 3. Зміна відліків по шкалі Y і температури з часом (16.VI.70).

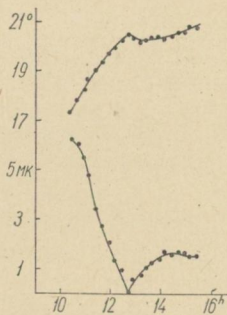


Рис. 4. Зміна відліків по шкалі Y і температури з часом (8.IV.70).

довжньої каретки приладу [2], то це зменшує вказаний вище вплив на зміну відліків по шкалі Y . По шкалі X аналогічних змін не буває.

Цікаво було з'ясувати, як впливає на результати вимірювань віддача тепла дослідником. З цією метою після того, коли на про-

тязі 2—3 год. температура повітря біля приладу не змінювалася, дослідник підходив до приладу і на протязі 30—40 хв проводив вимірювання положення штриха скляної шкали, приклеїної до скла плоского стола і орієнтованої паралельно осі X або Y . Результати вимірювань свідчать, що по осі X числові значення відліків не змінюються (з точністю до $\pm 0,1$ мк). По осі Y через

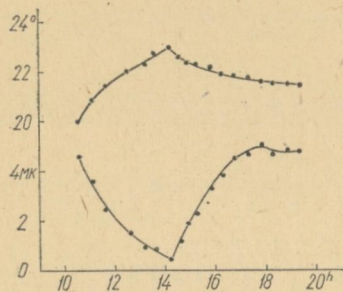


Рис. 5. Зміна відліків по шкалі Y і температури з часом. Без стола (20.VI.70).

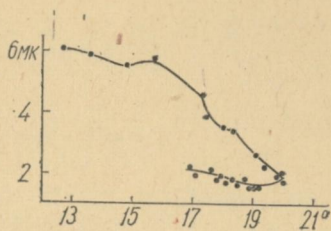


Рис. 6. Зміна відліків по шкалі X залежно від температури (26.I.70).

10 хв після початку вимірювань відлік змінювався на $-0,25$ мк $\pm 0,1$ мк, через 20 хв — на $-0,45$ мк $\pm 0,1$ мк, через 30 хв — на $-0,5$ мк $\pm 0,1$ мк. Ці зміни зв'язані з тим, що об'єкт вимірювань знаходився на предметному столі. Освітлення приладу не впливає на результати вимірювань. Якщо воно включене, то змін, схожих на описані вище, не буває ні по одній з шкал.

Аналіз результатів вимірювань показує, що для виключення помилок, що залежать від зміни температури, необхідно дотримуватися оптимальної методики вимірювань:

а) не проводити вимірювання поблизу максимуму температури, якщо спостерігається велика швидкість зміни температури;

б) вимірювати об'єкти з однаковою швидкістю без перерви в двох послідовностях — прямій і зворотній і брати середнє арифметичне одержаних результатів (для виключення лінійної частини зміни відліків);

в) точні вимірювання треба починати не раніше, ніж через 20 хв після того моменту, коли дослідник (спостерігач) підійшов до приладу.

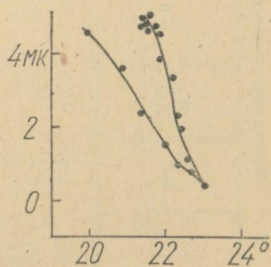


Рис. 7. Зміна відліків по шкалі Y залежно від температури. Без стола (20.VI.70).

Поправки поділок шкали X (в 0,1 мм)

Таблиця 2

X , мм	Δx	X , мм	Δx	X , мм	Δx	X , мм	Δx	X , мм	Δx	X , мм	Δx	X , мм	Δx	X , мм	Δx
0	-8	26	+3	52	+4	78	0	104	-1	130	-1	156	-4	182	+4
1	-1	27	-4	53	+4	79	+2	105	0	131	+4	157	-5	183	+1
2	+1	28	+1	54	-1	80	+3	106	+1	132	-6	158	-1	184	+4
3	+1	29	+3	55	+10	81	+2	107	0	133	-5	159	-5	185	-2
4	+3	30	+1	56	+2	82	+2	108	-4	134	-1	160	+1	186	+2
5	+4	31	0	57	+6	83	-1	109	+2	135	-2	161	-1	187	-7
6	+9	32	0	58	+2	84	+1	110	-2	136	-5	162	-1	188	0
7	+6	33	+6	59	+5	85	+1	111	-6	137	+1	163	-3	189	-3
8	+4	34	+5	60	+2	86	0	112	-8	138	-8	164	-2	190	-2
9	+2	35	+2	61	+1	87	-2	113	-7	139	-1	165	0	191	-2
10	0	36	0	62	0	88	+8	114	-4	140	-1	166	0	192	-1
11	+4	37	+3	63	+1	89	0	115	-6	141	+3	167	+4	193	0
12	+2	38	+5	64	-1	90	-1	116	-7	142	+1	168	+3	194	-2
13	+4	39	-2	65	-2	91	+5	117	-7	143	-2	169	+1	195	+6
14	+2	40	+4	66	+3	92	-1	118	-10	144	-2	170	+1	196	+3
15	-1	41	0	67	+2	93	-4	119	-7	145	-1	171	-1	197	-1
16	0	42	+2	68	+5	94	-2	120	-2	146	-2	172	0	198	0
17	-4	43	+10	69	-6	95	-5	121	-5	147	-4	173	+1	199	+1
18	+1	44	+5	70	+2	96	0	122	+4	148	-4	174	0	200	0
19	+1	45	+2	71	0	97	+1	123	0	149	+3	175	0	—	—
20	-1	46	+3	72	-1	98	-5	124	0	150	-3	176	+2	—	—
21	-3	47	+7	73	+1	99	-7	125	+2	151	-2	177	-2	—	—
22	+2	48	+2	74	-1	100	-2	126	+1	152	+1	178	-1	—	—
23	-2	49	+8	75	+1	101	-2	127	-2	153	+6	179	-3	—	—
24	0	50	+2	76	0	102	-3	128	-8	154	-1	180	+3	—	—
25	-1	51	-1	77	-1	103	+1	129	-1	155	-1	181	+1	—	—

Поправки поділок шкали Y (0,1 мм)

$Y,$ мм	Δy	$Y,$ мм	Δy	$Y,$ мм	Δy	$Y,$ мм	Δy	$Y,$ мм	Δy	$Y,$ мм	Δy	$Y,$ мм	Δy	$Y,$ мм	Δy
0	-13	13	-1	26	0	39	-7	52	-1	65	-1	78	+1	91	+3
1	-2	14	+2	27	-3	40	0	53	-2	66	-2	79	+1	92	-2
2	0	15	+1	28	+1	41	-2	54	-6	67	-3	80	+2	93	-2
3	+6	16	+2	29	+5	42	-5	55	-3	68	-2	81	0	94	-4
4	+1	17	-1	30	+6	43	-3	56	-4	69	-3	82	-2	95	-1
5	+4	18	+3	31	+2	44	-2	57	+3	70	-1	83	-3	96	-4
6	+8	19	+2	32	+4	45	0	58	-2	71	-3	84	-3	97	+1
7	+8	20	+1	33	+1	46	-3	59	+1	72	-4	85	-2	98	-3
8	+5	21	0	34	+3	47	+1	60	-1	73	0	86	+1	99	-1
9	+3	22	-2	35	+1	48	-5	61	-1	74	-2	87	0	100	0
10	+2	23	0	36	-3	49	-1	62	-1	75	-3	88	-3	—	—
11	+5	24	-1	37	0	50	-3	63	+1	76	-3	89	0	—	—
12	+0	25	0	38	-3	51	-5	64	0	77	-3	90	+2	—	—

Помилки поправок шкал (в 0,1 мк)

Таблиця 4

Шкали	Помилки	Наші поправки	Без поправок	Наші поправки мінус поправки атестатів шкал
Х	середні квадратичні	$\pm 1,1$	$\pm 3,5$	$\pm 3,2$
	максимальні	+3,2 -1,9	+10 -10	+7 -8
У	середні квадратичні	$\pm 1,1$	$\pm 3,2$	$\pm 2,7$
	максимальні	+1,6 -2,8	+8 -13	+6 -12

Дослідження поблизу температурних мінімумів не проводилися, бо в таких умовах не доводиться вимірювати. Поблизу температурних максимумів вимірювання проводяться, бо максимуми температури бувають якраз в робочий час як від сонячного тепла, так і від опалення приміщення.

Під час досліджень було помітно, що зміни числових значень відліків походили від зсуву штриха скляної шкали в полі зору головного мікроскопу і зсуву шкал приладу в полі зору мікроскопів мікрометрів.

Рен мікрометрів практично не змінювався під час зміни температури повітря біля приладу від $+17$ до $+23^{\circ}\text{C}$. Кривизна на прямних лінійок також залишається постійною під час зміни температури від $+19$ до $+24^{\circ}\text{C}$, про що більш докладно говориться нижче.

Отже, помилки приладу УИМ-21, що виникають від зміни температури біля приладу, при оптимальній методиці вимірювань значно виключаються. Точність вимірювань при різних швидкостях зміни температури показана в табл. 1.

Шкали. Шкала Х приладу має 200 міліметрових поділок, шкала У — 100 поділок. Шкали були досліджені методом, викладеним в роботі Х. І. Поттера і О. Н. Чудовичевої [4]. Як об'єкт для вимірювань була взята додаткова стоміліметрова скляна шкала, про яку згадувалося вище. Під час досліджень шкали Х опорними були такі штрихи: 4, 16, 28, 40, 52, 64, 76, 88, 100, 112, 124, 136, 148, 160, 172, 184, 196, під час досліджень шкали У — 2, 14, 26, 38, 50, 62, 74, 86, 98.

Всі вимірювання проводилися двома дослідниками (П. П. Павленко і Л. С. Павленко). Середні значення поправок, одержаних ними, наведені в табл. 2, 3. За збіжністю поправок, одержаних дослідниками, визначалася точність середніх значень поправок.

Середня квадратична помилка поправок по обох шкалах дорівнює $\pm 0,11$ мк. Точність поправок опорних штрихів по шкалі Х становить $\pm 0,06$ мк, по шкалі У — $\pm 0,05$ мк. Порівняння масштабів шкал Х і У в тому положенні, в якому шкали закріплені на приладі, показало, що в системах наших поправок 100,0000 мм

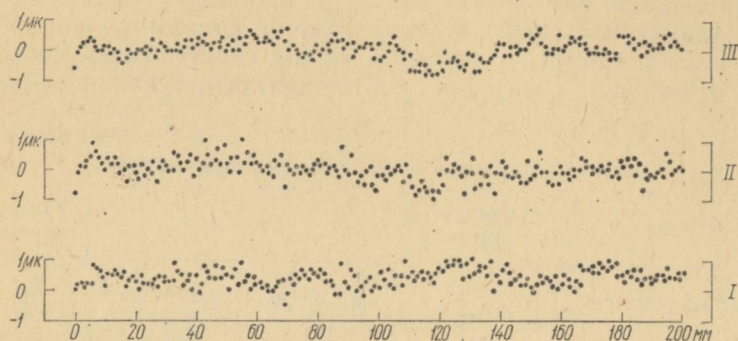


Рис. 8. Шкала Х. I — поправки поділок атестата шкали; II — поправки поділок, одержані нашими дослідженнями; III — наші поправки мінус поправки атестата шкали.

по шкалі Х відповідає 100,0003 мм по шкалі У. Згідно з цим були виправлені поправки шкали У.

Цікаво порівняти одержані поправки штрихів шкал з поправками в атестатах шкал, спочатку приведеними в нашу систему за масштабом. На рис. 8, 9 подані наші поправки і поправки атестатів шкал, здобуті в вимірювальній лабораторії заводу, який виготовив прилад УИМ-21, а також різниці наших поправок і поправок атестатів шкал. Знаючи середню квадратичну помилку наших поправок і середню квадратичну помилку різниць «наші поправки мінус поправки атестатів шкал» (табл. 4), встановлюємо, що середня квадратична помилка заводських поправок дорівнює

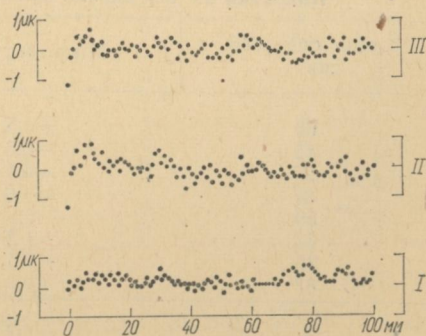


Рис. 9. Шкала У. I — поправки поділок атестата шкали; II — поправки поділок, одержані нашими дослідженнями; III — наші поправки мінус поправки атестата шкали.

для шкали Х $\pm 0,30$ мк, а для шкали У — $\pm 0,29$ мк. При цьому точність поправок сусідніх поділок дорівнює близько $\pm 0,2$ мк. При більшому віддаленні додається систематична по-

милка. Якщо поправки поділок шкал не враховувати, то помилки, які з'являються від цього, будуть характеризувати точність нанесення поділок шкал. Ця точність дорівнює близько $\pm 0,3$ мк по обох шкалах.

Отже, помилки поділок шкал значні, тому їх необхідно вводити в результати вимірювань.

Мікрометри. Точність відліків шкал за допомогою спіральних окулярних мікрометрів залежить як від спостерігача (досвідченість, втомленість очей), так і від точності фокусування мікроско-

Таблиця 5

Середні квадратичні помилки одного вимірювання

Показники	Спостерігачі	v_x	v_y	Кількість наведень
Відліки мікрометрів	I	$\pm 0,09$ мк	$\pm 0,07$ мк	50
	II	0,12	0,11	50
	III	0,07	0,07	50
Наведення на штрих товщиною 3 мк з відліками мікрометрів (збільшення 30 $\times$)	I	0,11	0,14	50
	II	0,16	0,16	10
	III	0,16	0,13	10

Таблиця 6

Поправки за періодичні помилки мікрометрів в 0,1 мк

Розрізи спіралей, мк	Мікрометр X	Мікрометр Y
00	+0,5	+1,0
12	-0,8	+0,2
25	-0,6	-0,5
37	-1,0	-0,5
50	-0,8	-0,8
63	+1,2	+0,1
75	+0,5	+0,5
87	+0,9	+0,4
v	$\pm 0,3$	$\pm 0,8$

пів мікрометрів. Табл. 5 дає уявлення про помилки вимірювань трьох досвідчених спостерігачів.

Періодичні помилки мікрометрів визначалися способом Рідберга [1]. Вимірювався інтервал, рівний зміщенню вітки спіралі за 5/8 обороту пластинки, на якій нанесена спіраль. Такий інтервал був одержаний між двома лініями шляхом неповного прорізування емульсії аерофотоплівки лезом безпечної бритви, що було закріплене на головному мікроскопі приладу УИМ-21. Довжи-

Таблиця 7

Поправки за ходові помилки мікрометрів в 0,1 мк
(Вимірювання П. П. Павленка)

Мікрометр X						Мікрометр Y					
Роз- різи X 0,1 мм	125	375	625	875	000 (се- ред- не)	Роз- різи Y 0,1 мм	125	375	625	875	000 (се- ред- не)
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	-0,6	+0,3	-0,7	+0,3	-0,1	1	-1,9	-0,3	-0,4	-0,7	-0,5
2	-0,7	+2,1	+0,4	-1,3	-0,1	2	-3,0	-0,2	-0,8	-0,4	-1,2
3	-2,4	+1,6	+0,5	-1,4	-0,3	3	-2,3	-1,0	-1,8	-0,1	-1,1
4	-1,7	+1,3	-1,7	-0,6	-0,5	4	-1,6	-0,6	-1,8	-1,2	-1,1
5	-3,6	-1,3	-0,8	-1,0	-1,4	5	-0,5	+0,7	-3,3	-2,4	-1,0
6	-2,9	-2,2	-2,0	-1,1	-1,8	6	-0,2	+0,5	-2,5	-2,0	-1,3
7	-2,5	-1,9	-1,5	-0,9	-1,9	7	+0,3	+0,8	-1,6	-2,0	-0,8
8	-2,1	-1,0	-2,4	-0,7	-1,5	8	-0,7	+0,6	-1,3	-1,6	-0,8
9	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,7	9	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5
v	$\pm 1,5$	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$	$\pm 1,1$	$\pm 0,5$	v	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	$\pm 0,3$	$\pm 0,8$	$\pm 0,6$

Таблиця 8

Поправки за ходові помилки мікрометрів в 0,1 мк

Мікрометр X		Мікрометр Y	
X 0,1 мм	Розріз 000	Y 0,1 мм	Розріз 000
0	0,0	0	0,0
1	-0,4	1	-0,9
2	-1,1	2	-1,9
3	-1,3	3	-2,3
4	-1,7	4	-2,5
5	-2,3	5	-2,2
6	-2,5	6	-1,9
7	-2,2	7	-1,4
8	-2,2	8	-1,1
9	-1,0	9	-0,5
v	$\pm 0,8$	v	$\pm 0,9$

на інтервалу задавалася за допомогою приладу УИМ-21. Вона виявилася рівною 62,7 мк. Поправки за періодичні помилки визначалися П. П. Павленком для оборотів спіралі 1—6; 3—8; 5—0 і Н. Д. Шеховцовою для оборотів спіралі 0—5; 2—7; 4—9. Збіжність поправок по різних оборотах спіралі дорівнює за вимірюваннями П. П. Павленка $\pm 0,06$ мк (X) і $\pm 0,11$ мк (Y), за вимірюваннями Н. Д. Шеховцової $\pm 0,14$ мк (X) і $\pm 0,15$ мк (Y). Остаточні значення поправок, одержаних за результатами вимірювань двох дослідників, наведені в табл. 6. Збіжність поправок

двох дослідників дорівнює $\pm 0,03$ мк для мікрометра X і $\pm 0,08$ мк для мікрометра Y .

Ходові помилки досліджувалися згідно з методикою, викладеною С. Н. Блажком [1] для гвинтів. Поправки за ходові помилки мікрометрів визначалися П. П. Павленком для розрізів спіралі 125, 375, 625, 875 (табл. 7) і Н. Д. Шеховцовою для розрізів спіралі 000, 250, 500, 750. Звертає на себе увагу те, що деякі поправки за ходові помилки мікрометра Y по різних розрізах (табл. 7, розрізи 125, 375 і 625) відрізняються між собою значно більше, ніж помилки визначення цих поправок, що вказує на невеликі помилки нанесення спіралі в цих місцях. Збіжність поправок по різних розрізах певної спіралі дорівнює за вимірюваннями П. П. Павленка $\pm 0,11$ мк (X) і $\pm 0,12$ мк (Y), за вимірюваннями Н. Д. Шеховцової $\pm 0,22$ мк (X) і $\pm 0,16$ мк (Y). Остаточні поправки за ходові помилки мікрометрів, одержані дослідниками, наведені в табл. 8.

Дані табл. 6, 8 свідчать, що поправки за періодичні помилки мікрометрів ($-0,1$ мк — $+0,1$ мк) і ходові помилки мікрометрів (0 — $-0,2$ мк) настільки малі, що практично їх не треба враховувати навіть при найточніших астрометричних вимірюваннях.

Рен. Рен мікрометрів (тут рен визначається в розумінні «старший мінус молодший на одну поділку шкали» [1]) був

Таблиця 9

Рен X

Поділки шкали X	Рен на одну поділку шкали (0,1 мк)	Поділки шкали X	Рен на одну поділку шкали (0,1 мк)
4—16	0	100—112	—1
16—28	0	112—124	—1
28—40	0	124—136	—1
40—52	0	136—148	—1
52—64	0	148—160	0
64—76	0	160—172	—1
76—88	—1	172—184	0
88—100	—1	184—196	0

Таблиця 10

Рен Y

Поділки шкали Y	Рен на одну поділку шкали (0,1 мк)	Поділки шкали Y	Рен на одну поділку шкали (0,1 мк)
2—14	0	50—62	+2
14—26	+1	62—74	+1
26—38	+2	74—86	+1
38—50	+3	86—98	0

одержаний як проміжний результат під час встановлення поправок шкал. Середнє значення рена, взяте з результатів вимірювань П. П. Павленка і Л. С. Павленко, наводиться в табл. 9, 10. Середня квадратична помилка наведених значень рена, одержана із збіжності вимірювань двох дослідників, дорівнює $\pm 0,04$ мк для мікрометра Х і $\pm 0,26$ мк для мікрометра У. Порівняно велике розходження по У зв'язане з неоднаковою особистою систематичною помилкою різних дослідників для мікрометра У, яка залежить, зокрема, від фокусування окуляра мікрометра. Рен, обчислений з вимірювань П. П. Павленка, мінус рен, обчислений з вимірювань Л. С. Павленко, для мікрометра У дорівнює $-0,45$ мк $\pm 0,11$ мк, для мікрометра Х $-0,02$ мк $\pm 0,07$ мк. Отже, табл. 9, 10 дають правильний хід зміни рена вздовж шкал.

Через те, що рен по мікрометру У значною мірою залежить від спостерігача, то для цього мікрометра необхідно встановлювати рен для кожного спостерігача додатково при точних вимірюваннях. В цьому випадку рен визначається з точністю до $\pm 0,05$ мк.

Кривизна напрямних лінійок. Для визначення кривизни напрямних лінійок проводилися порівняння цих лінійок з прямою лінією, за яку бралася натягнута металева нитка. При цьому кривизна нитки виключалася внаслідок вимірювання її в двох положеннях, що відрізняються на 180° . Нитка поверталася на 180° навколо осі, на якій вона натягнута. Під час досліджень використовувалася металева нитка з відповідним пристроєм, що входить в комплект приладу КИМ-3. Дослідження проводилися серіями вимірювань. Одна серія вимірювань — це ряд наведень на нитку через кожні 10 мм для даної напрямної лінійки, в прямій і без перерви зворотній послідовностях вимірювань; при цьому такі вимірювання здійснювалися в двох положеннях нитки, що відрізняються на 180° . Отже, в одній серії вимірювань на кожну точку лінійки припадає по 4 наведення. Кожна серія вимірювань проводилася при постійній температурі з точністю до $\pm 0,1$. Вимірювання в кожній серії були безперервними. Обчислення поправок за кривизну лінійок здійснювалися способом найменших квадратів за допомогою відповідних формул [3].

У кожній з табл. 11, 12 подано результати чотирьох серій таких вимірювань, що проводилися в травні 1970 р., причому в різних серіях вимірювання виконувалися при різних температурах. Як бачимо з цих таблиць, коли температура змінюється в межах 5° — 7° , то кривизна напрямних лінійок залишається сталою (з точністю до $\pm 0,1$ мк). Крім того, в табл. 11, 12 наведено середні значення поправок трьох серій аналогічних вимірювань, але проведених в березні й травні 1967 р. Порівнюючи в цих таблицях поправки, одержані в 1970 р. і в 1967 р., приходимо до висновку, що за три роки кривизна лінійки У не змінилася, бо різниці відповідних поправок не перевищують $\pm 0,1$ мк. Для ліній-

Таблиця 11

Поправки Δy (в 0,1 мк) за кривизну лінійки X,
одержані вимірюваннями металевої нитки

$\frac{T}{X, \text{ мм}}$	18°,9	20°,1	22°,2	23°,6	Середнє арифметич- не (травень 1970 р.)	20° (травень 1967 р.)
0	-15,2	-13,9	-17,3	-14,4	-15,2±0,7	-18,1
10	-9,3	-8,8	-7,6	-8,3	-8,5±0,4	-10,4
20	-4,4	-2,5	-0,8	-4,4	-3,0±0,9	-1,8
30	+1,5	+2,1	+0,2	+1,0	+1,2±0,4	-0,6
40	+5,4	+4,1	+4,2	+5,9	+4,9±0,4	+5,7
50	+5,0	+6,0	+5,9	+7,3	+6,0±0,5	+8,7
60	+5,7	+3,4	+4,7	+9,0	+5,7±1,2	+8,9
70	+7,1	+7,2	+7,2	+3,1	+6,1±1,0	+10,2
80	+4,5	+2,8	+3,2	+4,8	+3,8±0,5	+3,9
90	+2,9	+3,3	+2,3	+4,1	+3,2±0,4	+5,4
100	+5,0	+4,5	+5,0	+4,3	+4,7±0,2	+2,1
110	+4,0	+4,4	+3,5	+1,9	+3,4±0,5	+2,0
120	+3,4	+3,9	+3,8	-2,4	+2,2±1,5	+0,1
130	+1,1	-0,5	0,0	+0,2	+0,2±0,3	-1,3
140	-2,5	0,0	+0,3	+1,2	-0,2±0,8	+1,2
150	+1,4	-1,8	+2,3	+2,3	+1,0±1,0	-0,6
160	+3,5	+0,3	+3,5	+1,0	+2,1±0,8	-0,9
170	-0,3	-1,0	-4,7	-3,4	-2,3±1,0	-2,5
180	-2,9	-4,0	-4,5	-5,5	-4,2±0,5	-1,9
190	-7,0	-3,3	-4,5	-2,9	-4,4±0,9	-4,6
200	-8,9	-5,6	-7,7	-4,2	-6,6±1,1	-5,5

Середні квадратичні помилки

—

±0,8

±0,8

Таблиця 12

Поправки Δx (в 0,1 мк) за кривизну лінійки Y,
одержані вимірюваннями металевої нитки

$\frac{T}{Y, \text{ мм}}$	19°,2	19°,4	24°,2	25°,9	Середнє арифметич- не (травень 1970 р.)	20° (березень 1967 р.)
0	+4,1	+5,8	+5,3	+4,4	+4,9±0,4	+3,8
10	-0,4	-1,4	+0,5	+0,2	-0,3±0,4	-0,1
20	0,0	-1,1	-3,5	-0,9	-1,4±0,7	0,0
30	-0,7	-0,6	-0,8	-1,0	-0,8±0,1	+0,2
40	-1,5	-1,8	-2,2	-1,7	-1,8±0,1	-1,4
50	-1,2	-1,0	-1,0	-2,4	-1,4±0,3	-2,5
60	-3,1	-1,7	-2,0	-1,6	-2,1±0,3	-1,3
70	-3,4	-4,0	-0,3	-2,0	-2,4±0,8	-2,2
80	+1,1	-0,2	-0,7	-0,2	0,0±0,4	+0,1
90	+2,4	+3,1	+3,0	+1,3	+2,4±0,4	+2,5
100	+2,6	+3,1	+1,4	+3,5	+2,6±0,5	+1,9

Середні квадратичні помилки

—

—

±0,5

±0,7

Таблиця 13

Поправки Δy (в 0,1 мк) за кривизну лінійки X,
одержані вимірюваннями пластинки і металевої нитки в травні 1970 р.

T $X, \text{мм}$	Пластинка					Метале- ва нит- ка	Пластин- ка і ме- талева нитка
	19°,3	19°,7	21°,4	22°,3	Середнє		
20	-8,7	-11,8	-9,3	-6,6	-9,1±1,1	-7,8	-8,4±0,6
30	-2,3	-6,8	-7,7	-3,2	-5,0±1,3	-3,2	-4,1±0,9
40	+3,6	-1,3	-3,5	-2,7	-1,0±1,6	+0,8	-0,1±0,9
50	+2,1	-0,1	+5,8	+0,9	+2,2±1,3	+2,3	+2,2±0,1
60	+0,8	+3,1	+4,9	+4,0	+3,2±0,9	+2,4	+2,8±0,4
70	+3,1	+3,4	+7,6	+3,6	+4,4±1,1	+3,1	+3,8±0,7
80	+1,7	+0,8	-1,4	+4,6	+1,4±1,2	+1,2	+1,3±0,1
90	-1,9	+0,6	+3,4	-0,7	+0,3±1,1	+1,0	+0,6±0,4
100	+0,3	0,0	+2,6	+8,1	+2,7±1,9	+2,8	+2,8±0,1
110	+5,4	-0,6	+4,1	+0,5	+2,3±1,4	+1,9	+2,1±0,2
120	-3,8	-1,4	-0,7	+2,8	-0,8±1,4	+1,0	+0,1±0,9
130	+2,7	+3,4	+0,2	-0,4	+1,5±0,9	-0,6	+0,4±1,1
140	+2,6	+1,9	+2,5	-4,6	+0,6±1,8	-0,6	0,0±0,6
150	+2,2	+4,8	+7,9	+0,3	+3,8±1,6	+0,9	+2,4±1,5
160	+2,3	+4,5	-1,1	-1,9	+0,9±1,6	+2,4	+1,6±0,8
170	-7,6	+3,4	-2,5	-5,9	-3,1±2,4	-1,7	-2,4±0,7
180	-0,3	-5,3	-7,5	+0,2	-3,2±1,9	-3,2	-3,2±0,0
190	-2,8	+2,0	-4,9	+1,5	-1,0±1,7	-3,0	-2,0±1,0

Середні квадратичні помилки — ±1,5 ±0,8 ±0,8

Таблиця 14

Поправки Δx (в 0,1 мк) за кривизну лінійки Y,
одержані вимірюваннями пластинки і металевої нитки в травні 1970 р.

T $Y, \text{мм}$	Пластинка					Метале- ва нит- ка	Пластинка і металева нитка
	18°,7	20°,3	20°,4	20°,4	Середнє		
0	+5,9	+6,9	+9,0	+6,7	+7,1±0,7	+4,9	+6,0±1,1
10	-1,0	+3,1	+2,5	-0,5	+1,0±1,0	-0,3	+0,3±0,7
20	-2,8	+0,3	+2,5	-3,1	-0,8±1,3	-1,4	-1,1±0,3
30	+1,6	-4,5	-0,2	+0,7	-0,6±1,2	-0,8	-0,7±0,1
40	-0,3	-5,3	-2,0	-0,9	-2,1±1,1	-1,8	-1,9±0,2
50	-3,9	-3,1	-2,5	-2,7	-3,0±0,3	-1,4	-2,2±0,8
60	-2,8	-0,9	-8,3	-5,3	-4,3±1,6	-2,1	-3,2±1,1
70	-1,0	-6,7	-1,4	-1,2	-2,6±1,4	-2,4	-2,5±0,1
80	-4,0	-2,5	-0,9	-3,1	-2,6±0,7	0,0	-1,3±1,3
90	+7,0	+7,7	+0,3	+4,8	+4,9±1,7	+2,4	+3,6±1,3
100	+1,8	+4,9	+1,5	+4,1	+3,1±0,8	+2,6	+2,8±0,3

Середні квадратичні помилки — ±1,2 ±0,5 ±0,8

ки X 5 різниць поправок дорівнюють близько ±0,3 мк і одна на-
віть складає 0,4 мк, що вказує на можливу невелику зміну кри-

Таблиця 15

Середні значення поправок Δy (в 0,1 мк) за кривизну лінійки X, одержані вимірюваннями металевої нитки і пластинки

X, мм	Δy	X, мм	Δy	X, мм	Δy	X, мм	Δy	X, мм	Δy
0	-15,2	50	+5,9	100	+4,7	150	+2,5	200	-6,6
10	-8,5	60	+6,1	110	+3,6	160	+1,3	—	—
20	-3,6	70	+6,8	120	+1,3	170	-3,0	—	—
30	+0,3	80	+3,9	130	+1,2	180	-4,2	—	—
40	+4,0	90	+2,8	140	+0,4	190	-3,4	—	—

визни лінійки X за три роки роботи на приладі УИМ-21. Правда, під час вимірювань в 1967 р. строгої сталості температури не спостерігалось. Тому зміна температури повинна більше вплинути на поправки Δy лінійки X, ніж на поправки Δx лінійки Y, бо відліки по шкалі Y більше змінюються, ніж відліки по шкалі X при однаковій зміні температури. До того ж лінійка X в два рази довша, ніж лінійка Y, а це також при зміні температури додатково сприятиме гіршій збіжності поправок Δy за кривизну лінійки X.

Цікаво було виміряти замість металевої нитки лінію, проведenu на емульсії фотопластинки, для одержання поправок за кривизну лінійок. Результати таких вимірювань (табл. 13, 14) підтверджують той факт, що кривизна лінійок не змінюється, коли температура змінюється на декілька градусів. У табл. 13, 14 порівнюються поправки, одержані вимірюваннями металевої нитки і лінії, проведеної на пластинці. Ці поправки відрізняються мало. Крім того, тут даються середні значення відповідних поправок. Середні квадратичні помилки їх дорівнюють $\pm 0,08$ мк для обох лінійок. Через те, що в табл. 13 не наведені поправки для крайніх частин лінійки X, то в табл. 15 повністю наведено поправки, одержані вимірюваннями металевої нитки і пластинки.

Отже, дослідження шкал, мікрометрів і напрямних лінійок приладу УИМ-21 виявило високу якість і придатність останнього для точних астрометричних вимірювань.

ЛІТЕРАТУРА

1. С. Н. Блажко. Курс практической астрономии. М., 1951.
2. Микроскоп измерительный универсальный УИМ-21. Описание и руководство к пользованию. 1957.
3. П. П. Павленко. Исследование прибора КИМ-3. «Вестник Харьковского ун-та, сер. астрономич.». Вып. 6. Изд-во ХГУ, Харьков, 1971.
4. Х. И. Поттер и О. Н. Чудовичева. Исследование координатно-измерительной машины КИМ-3. «Известия ГАО в Пулкове», т. 20, вып. 4, № 157, Л., 1957.

РЕФЕРАТИ

УДК 523.7

Каталог нормального альbedo і градієнта яскравості ділянок місячної поверхні. [Барабашов М. П.]

Езерська В. О., Езерський В. Й., Латинін І. І. «Вісник Харківського університету, Астрономія», вип. 7. Вид-во ХДУ, Харків, 1972, стор. 12—35.

На основі опублікованих раніше даних, а також додаткових фотометричних вимірювань у системі Харківського фотометричного каталога місячної поверхні встановлено значення нормального альbedo, приведені до фази, рівної нулю, та градієнт яскравості на інтервалі кута фази $0-18^\circ$ для 814 деталей. Порівняння фотометричних параметрів із стратиграфічними періодами за системою А. Л. Суханова і В. Г. Трифонова показали, що речовина морського комплексу з часом світлішає, а речовина кратерного комплексу темнішає. Градієнт яскравості з часом зростає. Відзначається кореляція фотометричних і радарних неоднорідностей.

Рисунків — 5. Таблиць — 2. Бібліографія — 18 назв.

УДК 523.3

Порівняння фотометричних каталогів ділянок місячної поверхні. [Барабашов М. П.]

Езерська В. О., Езерський В. Й., Стаднікова Н. П. «Вісник Харківського університету, Астрономія», вип. 7. Вид-во ХДУ, Харків, 1972, стор. 36—48.

Проведено зіставлення Харківського фотометричного каталога деталей місячної поверхні з даними аналогічних фотометричних досліджень, здійснених Пікоком, Джонсом, Вільдеєм і Поном, що показало їх добру збіжність. Встановлено значення перехідних коефіцієнтів, які зв'язують між собою систему цих каталогів, а також коефіцієнтів, що перетворюють відносні дані каталогів Джонса і Пікока в значення фактора яскравості.

Рисунків — 8. Таблиць — 5. Бібліографія — 19 назв.

УДК 523.43

Хід оптичної густини газової атмосфери Марса з висотою. Стародубцева О. М. «Вісник Харківського університету, Астрономія», вип. 7. Вид-во ХДУ, Харків, 1972, стор. 48—53.

На основі даних про атмосферу Марса, одержаних з експерименту по радіозатемненню КА «Марінер-6» і «Марінер-7», знайдено розподіл оптичної густини газової атмосфери Марса з висотою для чотирьох ситуацій: вихід і захід обох КА. Для довжини хвилі 5×10^{-5} см середнє значення повної оптичної товщі газової атмосфери виявилось рівним 0,0034. До висот 30—35 км експоненціальна апроксимація з шкалою висот 9—10 км цілком задовільна для опису висотного руху оптичної густини атмосферних шарів.

Рисунків — 1. Таблиць — 3. Бібліографії — 7 назв.

Дослідження фотографічного суміщення еквіденсит в систему. Бистрицький В. І., Васильєв В. П. «Вісник Харківського університету, Астрономія», вип. 7. Вид-во ХДУ, Харків, 1972, стор. 53—60.

Розглядається здійснена фотографічним способом система еквіденсит корони Сонця, що може використовуватися, як система ізотот. Така система при високій точності суміщення має більшу документальність.

Дається висновок, що при зведенні еквіденсит в систему фотографічним способом — простіше і точніше здійснюється фотометричне прив'язання еквіденсит у випадку використання для цього методу фотометричних розрізів, а також прискорюється і полегшується дальша обробка системи ізотот, одержаної описаним способом.

Рисунків — 2. Таблиць — 4. Бібліографії — 2 назви.

Корона Сонця із спостережень сонячного затемнення 22 вересня 1968 р. експедицією ХАО. Бистрицький В. І., Васильєв В. П. «Вісник Харківського університету, Астрономія», вип. 7. Вид-во ХДУ, Харків, 1972, стор. 60—66.

Описано умови в період підготовки і під час спостереження корони Сонця експедицією ХАО. Дається морфологічний аналіз структури корони. Корона віднесена до максимального типу.

Рисунків — 1. Таблиць — 3. Бібліографія — 8 назв.

Визначення прямих сходжень великих планет меридіанним кругом ХАО в 1968—1970 рр. Деркач К. М., Зуєв М. Г. «Вісник Харківського університету, Астрономія», вип. 7. Вид-во ХДУ, Харків, стор. 66—69.

Наводяться результати спостережень прямих сходжень великих планет Харківським меридіанним кругом у 1968—1970 рр. з урахуванням поправок за видимий півдіаметр і фазу планети, товщину рухомої нитки мікрометра, поступові похибки гвинта, короткоперіодичні члени нутації.

Таблиць — 1. Бібліографія — 1 назва.

Про будову хмар Юпітера. Ходячих М. Ф. «Вісник Харківського університету, Астрономія», вип. 7. Вид-во ХДУ, Харків, 1972, стор. 69—75.

Проведено розрахунки кількості аміаку в твердій і газоподібній фазах залежно від геометричної товщі аміачного серпанку в надхмарній атмосфері Юпітера. Припущення про аміачну природу серпанку, основні параметри якої були знайдені раніше автором, добре відповідає спостережуваній кількості речовини в серпанку (10^{-4} г/см², Ходячих) та еквівалентному шляху NH₃ в атмосфері планети (700 см атм., Койпер). Порівняння розрахунків з даними спостережень дало можливість оцінити протяжність серпанку по висоті (4—11 км), висоту серпанку над поверхнею хмар (25—29 км) і відношення маси атмосфери між серпанком і шаром хмар до повної маси атмосфери над одиницею площі хмарної поверхні (0,74).

Рисунків — 1. Бібліографії — 12 назв.

УДК 522.617

Визначення діаметрів зображень зірок із спостережень на пасажному інструменті ХАО. Єгоров А. Д., Ванцан О. Ф. «Вісник Харківського університету, Астрономія», вип. 7. Вид-во ХДУ, Харків, 1972, стор. 75—78.

Описується методика визначення діаметрів зображень зірок. Діаметр, одержаний з попередніх обчислень, становить $1,5 \pm 0,2$.

Бібліографія — 2 назви.

УДК 522.61

Аналіз точності фотографічних спостережень одного проходження штучного супутника Землі. Павленко П. П. «Вісник Харківського університету, Астрономія», вип. 7. Вид-во ХДУ, Харків, 1972, стор. 78—83.

Показано, що сліди супутника «Пагеос» і опорних зірок, одержані на аерофотоплівці за допомогою фотокамери НАФА-3с/25, вимірюються на приладі УИМ-21 з точністю до $\pm 0,7$ мк при чотирьох наведеннях на об'єкт. Затиски гвинти забезпечують хорошу стійкість фотокамери. Контрольні зірки визначаються з точністю до $\pm 3''$.

Таблиць — 4. Бібліографія — 4 назви.

УДК 521.852

Проходження Меркурія по диску Сонця 9.V. 70 р. Плужников В. Х. «Вісник Харківського університету, Астрономія», вип. 7. Вид-во ХДУ, Харків, 1972, стор. 84.

Наводяться моменти контактів проходження Меркурія по диску Сонця. Таблиць — 1.

УДК 521.27+523.6

Фотографічні спостереження комети Беннета. Бондаревський М. П., Кузьменко К. Н., Орлов Г. А. «Вісник Харківського університету, Астрономія», вип. 7. Вид-во ХДУ, Харків, 1972, стор. 84.

Наводяться шість точних положень комети Беннета. Рисунок — 1. Таблиць — 1.

УДК 522.52

Установка для автоматичного руху нитки мікрометра харківського меридіанного круга. Зуєв М. Г. «Вісник Харківського університету, Астрономія», вип. 7. Вид-во ХДУ, Харків, 1972, стор. 85—87.

Описується установка для автоматичного обертання гвинта прямих сходжень. Корекція положення нитки здійснюється за допомогою селсина. Завдяки цьому точніше стає бісекція зірок ниткою і полегшується процес спостереження.

Рисунок — 2. Бібліографія — 3 назви.

УДК 522.3/4

Дослідження приладу УИМ-21. Павленко П. П.
«Вісник Харківського університету, Астрономія», вип. 7.
Вид-во ХДУ, Харків, 1972, стор. 87—102.

Досліджено вплив зміни температури на вимірювання на приладі УИМ-21.
Вивчено шкали, мікрометри, рен і напрямні лінійки з точністю до $\pm 0,1$ мк.
Рисунків — 9. Таблиць — 15. Бібліографія — 4 назви.

З М І С Т

<u>М. П. Барабашов</u> , (Нарис життя і діяльності)	5
<u>М. П. Барабашов</u> , В. О. Єзерська, В. Й. Єзерський, І. І. Латиніна. Каталог нормального альbedo і градієнта яскравості ділянок місячної поверхні	12
<u>М. П. Барабашов</u> , В. О. Єзерська, В. Й. Єзерський, Н. П. Стаднікова. Порівняння фотометричних каталогів ділянок місячної поверхні	36
О. М. Стародубцева. Хід оптичної густини газової атмосфери Марса з висотою	48
В. І. Бистрицький, В. П. Васильєв. Дослідження фотогра- фічного суміщення еквіденсит в систему	53
В. І. Бистрицький, В. П. Васильєв. Корона Сонця із спо- стережень сонячного затемнення 22 вересня 1968 р. експедицією ХАО	60
К. М. Деркач, М. Г. Зуєв. Визначення прямих сходжень вели- ких планет меридіанним кругом ХАО в 1968—1970 рр.	66
М. Ф. Ходячих. Про будову хмар Юпітера	69
А. Д. Єгоров, О. Ф. Ванцан. Визначення діаметрів зображень зірок із спостережень на пасажному інструменті ХАО	75
П. П. Павленко. Аналіз точності фотографічних спостережень одного проходження штучного супутника Землі	78
В. Х. Плужников. Проходження Меркурія по диску Сонця 9.V.70 р.	84
М. П. Бондаревський, К. Н. Кузьменко, Г. А. Орлов. Фотографічні спостереження комети Беннета	84
М. Г. Зуєв. Установка для автоматичного руху нитки мікрометра харківського меридіанного круга	85
П. П. Павленко. Дослідження приладу УИМ-21	87

Вестник Харьковского университета

АСТРОНОМИЯ

Выпуск 7
(На украинском языке)

Редактор М. З. Аляб'єв
Техредактор Л. Т. Момот
Коректор Л. П. Пипенко

Передано до набору 6/X 1971 р. Підписано до друку 30/V 1972 р. БЦ 50166.
Формат 60×90¹/₁₆. Обсяг: 6,75 фіз. друк. арк., 6,75 умовно-друк. арк., 7,8 обл.-
вид. арк. Зам. 2926. Тираж 1000. Ціна 54 коп.

Харківська друкарня № 16 Обласного управління по пресі.
Харків, Університетська, 16.

1116.8