

**МІНІСТЕРСТВО УКРАЇНИ
в справах науки і технологій**

**МИКОЛАЇВСЬКА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ
ЗОРЯНИЙ ШЛЯХ ДОВЖИНОЮ В 175 років**

Відповідальний редактор
доктор фізико-математичних наук
професор Г.І.Пінігін

Миколаїв
1998

УДК 520.1

МИКОЛАЇВСЬКА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ.
ЗОРЯНИЙ ШЛЯХ ДОВЖИНОЮ В 175 років. -1998.-302с.

Книга складається з окремих статей, в яких вперше повно висвітлюється історія створення астрономічної обсерваторії в Миколаєві, її подальший розвиток, основні досягнення науковців обсерваторії в галузі позиційної астрономії і астрометричного приладобудування, а також бібліографічний матеріал стосовно публікацій працівників обсерваторії.

Книга написана українською і російською мовами.

Для всіх шанувальників астрономії і краєзнавства.

Книга містить 4 рисунка, 53 фотографії, 16 таблиць та 393 назви надрукованих праць працівників обсерваторії.

Відповідальний редактор

доктор фіз.-мат. наук
професор Г.І.Пінігін

Редколегія

доктор фіз.-мат. наук

Г.М.Петров

кандидат фіз.-мат. наук

В.М.Пишненко

кандидат фіз.-мат. наук

В.П.Сібільов

науковий працівник

О.О.Шляпніков



Об'єднання Миколаївська астрономічна обсерваторія
Міністерства України в справах науки і технологій, 1998.

**МИНИСТЕРСТВО УКРАИНЫ
по вопросам науки и технологий**

**НИКОЛАЕВСКАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ
ЗВЕЗДНЫЙ ПУТЬ ДЛИНОЮ В 175 лет**

Ответственный редактор
доктор физико-математических наук
профессор Г.И.Пинигин

Николаев
1998

УДК 520.1

НИКОЛАЕВСКАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ.
ЗВЕЗДНЫЙ ПУТЬ ДЛИНОЮ В 175 лет. -1998.-302с.

Книга состоит из отдельных статей, в которых впервые полно освещается история создания астрономической обсерватории в г. Николаеве, ее последующее развитие, главные достижения в области позиционной астрометрии и астрометрического приборостроения, а также библиография публикаций сотрудников обсерватории.

Книга написана на украинском и русском языках.

Всем почитателям астрономии и краеведения.

Книга содержит 4 рисунка, 53 фотографии, 16 таблиц и 393 названия опубликованных научных работ сотрудников обсерватории.

Ответственный редактор

Редколлегия

доктор физ.-мат. наук
профессор Г.И.Пинигин
доктор физ.-мат. наук
Г.М.Петров
кандидат физ.-мат. наук
В.М.Пышненко
кандидат физ.-мат. наук
В.П.Сибилев
научный сотрудник
А.А.Шляпников



Об Николаевская астрономическая обсерватория
Министерства Украины по вопросам науки и технологий, 1998.

ЗМІСТ

1. Миколаївській астрономічній обсерваторії 175 років (Г.І.Пінігін)	6
2. Сторінки історії (Г.М.Петров)	20
3. Наблюдения на пассажном инструменте Фрейберга- Кондратьева (Л.И.Семенов, Г.М.Петров)	78
4. Наблюдения на вертикальном круге Репсольда (В.П.Сибилев)	94
5. Визначення положень небесних світил на меридіанних інструментах диференційним методом (Г.М.Петров)	122
6. Фотографическая астрометрия в Николаевской астрономической обсерватории (Г.К.Горель, Л.А.Гудкова)	136
7. Служба времени Николаевской астрономической обсерватории (В.Н.Пышненко, Н.С.Калихевич)	142
8. Астрономическое приборостроение в Николаевской астрономической обсерватории (Г.И.Пинигин)	157
9. Исследование рефракции в Николаевской астрономической обсерватории (В.П.Сибилев)	171
10. Служба эталонного времени НАО (Ф.И.Бушуев)	181
11. Автоматический аксиальный меридианный круг (Г.И.Пинигин, А.В.Шульга)	190
12. Наукові експедиції МАО (Г.М.Петров)	202
13. Библиотека Николаевской астрономической обсерватории (А.А.Малярова)	232
14. Список диссертаций, выполненных в Николаевской астрономической обсерватории	240
15. Список научных публикаций, подготовленных в Николаевской астрономической обсерватории	242
16. Фотографии	277

НАУКОВІ ЕКСПЕДИЦІЇ МИКОЛАЇВСЬКОЇ АСТРОНОМІЧНОЇ ОБСЕРВАТОРІЇ

Г.М. Петров

Результати роботи експедиції Миколаївських астрономів на о.Західний Шпіцберген

Проблему створення інерціальної системи небесних координат, в якій можна було б вивчати просторо-часові властивості нашої галактики та видимої частини Всесвіту, особливості рухів тіл Сонячної системи та штучних небесних тіл, а також розв'язувати різноманітні задачі геодинаміки, геодезії та ін., завжди відносили до числа найбільш актуальних проблем астрономії.

В наші часи в основу інерціальної небесної системи координат закладають позагалактичні світила, власні рухи яких практично дорівнюють нулю. На жаль в більш ранні часи такої можливості не існувало і інерціальна система координат на небі фіксувалася положеннями певної кількості зірок з відомими власними рухами і відповідними значеннями прецесійних величин, які приводились в так званних фундаментальних каталогах положень зірок.

В шестидесяті роки найкращим серед фундаментальних був Четвертий фундаментальний каталог німецьких астрономів. Проте навіть цей найкращий каталог мав цілий ряд відчутних недоліків і для його вдосконалення необхідно було організувати нові високоточні визначення положень небесних світил абсолютними методами спостережень.

В 1972 році Г.М. Петров на 19-й астронометричній конференції СРСР запропонував організувати такі спостереження на архіпелазі Шпіцберген під час полярних ночей [1].

Конференція цю пропозицію підтримала і миколаївські астрономи взялись за її виконання. У вересні 1973 року на острів Західний Шпіцберген приїхали двоє працівників Миколаївської обсерваторії: старший науковий працівник Г.М.Петров і старший лаборант А.П.Гресь. Після переговорів з адміністрацією тресту «Арктиквугілля», який добував тут кам'яне вугілля, вони вияснили, що трест може сприяти будівництву астрономічних

павільонів тільки поблизу містечка Баренцбург. І на п'ятий день пошуків миколаївці знайшли більш-менш придатне місце для розташування наукової експедиції. Воно знаходилось на 3.5км північніше Баренцбурга на порівняно горизонтальній місцевості з координатами $j=+78^{\circ}06'$ і $l=14^{\circ}14'$ на висоті 100 метрів над рівнем моря.

Вічна мерзлота в цьому місці починається з глибини 1.5 метра. Тому було прийнято рішення закласти фундаменти під пасажний інструмент і його міри на глибину 2.5 метрів. І трое котлованів такої глибини, завдяки самовідданій праці в першу чергу А.П.Греся, були пробиті у вічній мерзлоті вже у вересні місяці. Після чого розпочались роботи по спорудженню цокольних фундаментів. Скоро наступила полярна ніч і в кінці жовтня миколаївці повернулись додому.

В червні 1974 року в Баренцбург прибув А.П.Гресь, а в липні ще четверо працівників Миколаївської обсерваторії: А.О.Аристархов-старший технік, В.М.Івакін-замісник начальника наукової експедиції, М.С.Каліхевич-старший науковий працівник експедиції і Г.М.Петров - начальник експедиції. Всі вони відразу ж підключились до будівництва житлових приміщень. Роблячи перерву тільки для короткочасного сну вони весь час тяжко працювали. Під практично неперервним дощем розбирали покинуту високу бурову вишку, яка знаходилась приблизно на відстані 300 метрів від експедиції, і з її балок та дощок добудували та облаштували свій майбутній виробничо-житловий комплекс. У вересні до них преднались ще дві лаборантки: Т.Я.Івакіна та Т.Г. Тінькова, а також молодший науковий працівник Пулковської обсерваторії О.П. Чоломб'їтько.

Упом'янутий комплекс складався із двох невеличких житлових будиночків, вагончика з радіоелектронною апаратурою, гаража для автомобіля УАЗ-469 та двох снігоходів «Буран», і туалетів. Обидва будиночки, вагончик і один з туалетів були об'єднані між собою дерев'яною критою пристройкою (див. фото 1). Ця пристройка давала можливість спілкуватись між собою під час негоди не проходячи через непривітне подвір'я.

Пристройка і будиночки були утеплені шлаковатою і дуже



Фото 1. Виробничо-житловий комплекс експедиції

добре держали тепло. В обох будиночках трест «Арктиквугілля» змонтував електроводяне самопливне опалення, яке працювало бездоганно. Трест привіз ці будиночки в місце розташування експедиції. А все останнє, в тому числі столи, стільці і навіть спальні ліжка були зроблені руками членів експедиції вже до початку жовтня місяця.

З того часу пройшло вже 22 роки, а я не перестаю дивуватись мужності членів експедиції, які абсолютно добровільно виконували роботу до якої не були пристосовані і яка в їхні обов'язки не входила. А наймолодший серед нас Анатолій Олександрович Аристархов до того ще і виклав у пристройці цегельний камін, який опалювався дровами, і живий вогонь зогрівав наші тіла і, під акомпонімент завиваючих багатодобових хуртовин, пробуджував в наших душах якість неясно-тривожні спогади подій, які мабуть мали місце в житті ще наших далеких предків.

Пристройка використовувалась нами як їдальня і кімната колективного відпочинку. Вона мала розміри 6х6м і крім каміна в ній стояв ще і півторакубовий бак для питної води, яку безкорисливо привозили нам наші сусіди-вертольотчики, за що ми були їм дуже вдячні. Тут був встановлений ще і аварійний дизель-генератор. Його завжди можна було запустити в разі пошкодження електричного кабеля, який був прокладений з бази загону радянських вертольотчиків, розташованого від нас на

віддалі 1 км. З цим загоном ми підтримували телефонний зв'язок і теплі відносини.

До стін житлового комплексу були приставлені різноманітні дошки, драбини та ящики, які сприяли снігозадержанню, в результаті чого весь комплекс швидко засипався снігом під самий дах і в ньому припинялось видування тепла, що давало можливість одягатись в легкий теплий одяг навіть в самі сильні вітри і морози.

Кожний сильний снігопад засипав вхід в гараж і житлову частину комплексу і звільнення зі снігового полону забирало у одного чоловіка приблизно одну годину часу.

Вид виробничо-житлового комплексу експедиції під снігом показано на фото 2, на якому видно дахи будиночків і вагончика, димохід каміна, радіоантена, снігохід «Буран» і стовб з освітлювально-сигнальною лампою. Вдалині видно павільон міри пасажного інструменту і затока Іс-Фіорд.

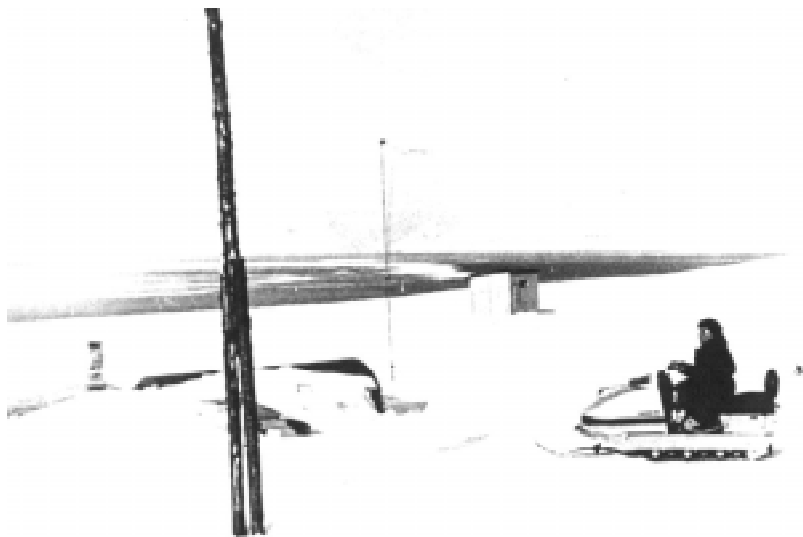


Фото 2. Виробничо-житловий корпус під снігом. На даху керівник експедиції Г.М.Петров

Будівництво астрономічних павільонів трест «Арктиквугілля» закінчив наприкінці жовтня місяця. Павільон пасажного інструменту мав вид прямокутної дерев'яної будівлі

розміром 6.0x4.5x2.1м з подвійними стінами із тонких дощок, що забезпечувало швидке вирівнювання температури повітря в павільоні і зовні.

В ролі фундаменту під павільон служив металевий прямокутний ящик розміром 6.0x4.4x2.6м, виготовлений із сталевго швелера №12 і обшитого 6-міліметровим сталевим листом. Він був опущений в котлован глибиною 2.5м і на його днищі виклали інструментальний фундамент-паралелепіпед розміром 5.0x3.5x2.4м - із великих бетонних брил на цементнім розчині. Цей ящик надійно ізолював фундамент від вічної мерзлоти і ґрунтові води в літній період року вже не могли його підмочувати.

Двохскатний дах павільону складався із двох половинок, які легко розсовувались в напрямку першого вертикала на віддаль дещо більшу за ширину астрономічного павільону.

На північ і південь від павільону на віддлі 62 м були збудовані міри пасажного інструменту. Їхні бетонні фундаменти розміром 2.5x2.5x2.4м також лежали на днищах металевих ящиків, розміри яких дорівнювали 3.0x3.0x2.5м.

Електричні кабелі і всі комутаційні лінії, щоб уникнути розривів через замерзання ґрунту, в землю не закопувались, а



Фото 3. Розташування астрономічних павільонів

підвішувались на спеціальних дерев'яних козельцях.

Взаємне розташування всіх будівель експедиції показано на фото 3. В лівій частині цієї фотографії видно затоку Грін-Фіорд. Вона має ширину 1.2 км, замерзає швидко і всю полярну ніч зостається покрита кригою. На північ, приблизно на віддалі 1.2 км від експедиції розташована затока Іс-Фіорд. В районі експедиції її ширина досягає 20 км і вона періодично забивається дрейфуючою кригою, а потім звільнюється від неї.

Для спостережень зірок на Шпіцбергені використовувався пасажний інструмент АПМ-10 з ломаною трубою. Він був куплений Миколаївською обсерваторією ще в 1957 році і весь час використовувався в роботі миколаївської служби часу. Інструмент має:

- діаметр об'єктиву - 100 мм;
- фокусну віддаль - 1037 мм;
- віддаль між лагерами - 648 мм;
- збільшення -100^x;
- ціну однієї поділки підвісної поземиці -0^s.0637.

В 1960р. на пасажному інструменті старший інженер миколаївської обсерваторії М.І.Ільків встановив фотоелектричну систему реєстрації проходжень зірок через поле телескопу і протягом 1965-1969 років на ньому були одержані високоточні спостереження для двох каталогів прямих піднесень зірок [2], [3]. А перед відправкою інструмента на Шпіцберген М.І.Ільків змінив цю фотоелектричну систему реєстрації на іншу, яка мала тільки один фотоелектричний підсилювач і пристрій для регулювання чутливості фотопідсилювача, в результаті чого на виході фотокаскаду утворювалась стабільна напруга в I вольт, що звільнювало спостереження від впливу різниці в яскравостях зірок.

Візорна ґратка фотоелектричного мікрометра пасажного інструменту була виготовлена завідувачем механічною майстернею обсерваторії інженером А.І.Лобановим. На покритій сріблом шклянній пластинці він прорізав 23 паралельні полоски шириною в 0.1 мм і довжиною 0.2 мм, і розташував їх так, що розшифрування спостережень труднощів не викликало.

Перші три щілини використовувались для настройки

фотокаскада на яскравість зірки і неба, а в наступних шести проводилась реєстрація проходження зірки через поле зору, після чого горизонтальна вісь пасажного інструменту швидко перекидалась на лагерах і зірка повторно проходила через ті ж самі щілини.

Центральна щілина і дві праворуч та ліворуч від неї використовувались для реєстрації «рухомої міри»; а тільки одна центральна - для реєстрації нерухомої міри (див. розділ визначення азимуту інструменту відносно мір).

Для наведення пасажного інструменту на зірку служив шукач, оптична вісь якого задавалась центральною ниткою мікрометра шукача, об'єктивом інструменту і спеціальною додатковою призмою розміром 23x23мм, приклеєною до гіпотенузної грані центральної призми інструменту так, щоб перехопити частину світла від зірки і направити його до мікрометра шукача, який був встановлений на місці освітлювача поля зору АПМ-10 у візуальному варіанті. В боковій грані мікрометра був зроблений отвір для освітлення поля зору мікрометра.

Перед відправкою пасажного інструменту на Шпіцберген було вирішено виконати дослідження його цапф. Дослідження це проводилось контактним методом при допомозі інтерферометра Уверського, який широко застосовувався для цих цілей.

В підвальному приміщенні головного будинку обсерваторії на спеціальному стовпі була встановлена масивна чавунна плита до якої сталевими болтами прикріплювалась підставка під інтерферометр.

Труба пасажного інструменту була замінена противагою, в результаті чого горизонтальну вісь інструменту можна було обертати на 360°. В такому виді інструмент був поставлений на чавунну плиту і підсунутий під інтерферометр так, щоб його щуп попав на робочий переріз цапфи - добре видну натерту доріжку на поверхні цапфи шириною в 2 мм. Після чого щуп інтерферометра опускався на цапфу, і в такому виді вся конструкція залишалась на кілька годин, необхідних для розрядки напружених вузлів. Впевнившись в тому, що нуль-пункт інтерферометра практично перестав змінювати своє положення,

ми приступили до вимірювань.

Вимірювання проводились через 5° зенітної віддалі. Окремі ряди розходились між собою не більше 1-2 поділок шкали інтерферометра (при ціні однієї поділки 0.09 мікрона). Результати досліджень показали, що обидві цапфи мають глибокі раковини в місцях, які відповідають зенітним віддалям труби інструменту в 45° , 135° , 225° і 315° .

Різниця в глибинах цих раковин досягала 1.5 мікрона і вони викликали зміщення горизонтальної осі інструменту в межах, якими нехтувати не можна.

Уважний огляд поверхні цапф показав, що раковини не виходять за межі ± 2.5 мм від центральної лінії натертих доріжок, в зв'язку з чим ми вирішили перейти на нові робочі перерізи цапф, які відстають від пошкоджених на 4мм. Для цього обидва лагери інструменту були відсунуті на 4мм в напрямку до торців цапф.

Дослідження цапф в цих нових перерізах показали, що пасажний інструмент одержав дуже хороші цапфи і ніяких поправок за їх фігуру вводити в результати спостережень потреби нема.

Служба часу в полярні ночі 1974-1975рр. та 1975-1976рр. забезпечувалась кварцевим годинником чехословацького виробництва типу I ТКН «Kremene Hodiny», які контролювались кварцевим годинником, виготовленим в лабораторії часу і частоти Миколаївської обсерваторії і радіосигналами радіостанцій РВМ, РКМ, та РИД.

Секундні імпульси годинників порівнювались між собою на частотомірі Ф-552 з похибками ± 1 мкс. А прийом радіостанцій проводився при допомозі радіоприйомного пристрою Р-250. В якості прийомної антени використовувався горизонтальний вібратор довжиною 50м, натягнутий на висоті 10 метрів.

Будівництво астрономічних павільонів і всі монтажні роботи, в тому числі і установка пасажного інструменту і його нівелювання, були закінчені на початку листопаду 1974 року і ми приступили до спостережень зірок.

До Програми спостережень було включено 531 зірку фундаментального каталогу FK4 в зоні схилень від $+10^\circ$ до $+80^\circ$ із зоряними величинами не слабше 6.6 (86% зірок каталогу в цій

зоні). Всі вони містились у 3-х робочих списках, в кожному із яких зірки можна було спостерігати без пропусків. Всі робочі списки мали одні і ті ж групи «годинних зірок» - в середньому по 3 зірки в кожній годині прямого піднесення з середнім схиленням групи $+30^\circ$. Вони використовувались для одержання абсолютних значень поправок годинника.

Для визначення абсолютного значення елементу орієнтації пасажного інструменту «п» в кожену годину прямого піднесення робочого списку було включено по одній зірці в кожній 10-ти градусній зоні схилень, починаючи із $+30^\circ$ через полюс світу до $+30^\circ$ в нижній кульмінації. Всі ці зірки обов'язково спостерігались через 12 годин в протилежних кульмінаціях, що забезпечувало кожній годині спостережень по 10 абсолютних значень «п».

Кожне спостереження зірки супроводжувалось перекладкою горизонтальної осі інструменту на лагерах і відліками підвісної поземиці; кожену годину вимірювався азимут інструменту відносно мір, температура повітря та напрямок і сила вітру.

В спостереженнях на Шпіцбергені приймали участь 7 астрономів. В першу полярну ніч (1974-1975рр.) спостереження виконували Каліхевич М.С., Петров Г.М. та астроном Пулківської обсерваторії Чоломбітько О.П. В другу - астроном обсерваторії Ленінградського університету Кияєв В.І. та миколаєвець Пишненко В.М. А в третю (1976-77рр.) астрономи Пулківської обсерваторії Павлов О.С. та Пінігін Г.І., а також Пишненко В.М. Підмінюючи один другого, вони намагались одержувати неперервні ряди спостережень максимальної тривалості. В першу ніч було одержано 5086 спостережень, в другу 3825 і третю 4580. Максимальна тривалість неперервного ряду спостережень була одержана 25-31 січня 1977 року - 155 годин. Середня температура повітря під час спостережень в першу ніч була $-15.^\circ7$, в другу $-21.^\circ2$ і в третю $13.^\circ9$. Як ми і сподівались, температура повітря під час спостережень практично не залежила від годинного кута Сонця, що дуже важливо для визначень координат небесних світил абсолютним методом.

Справдились наші надії і стосовно стабільності

астрометричних фундаментів, збудованих на вічній мерзлоті. Про це свідчать результати вимірювань, нахилу горизонтальної осі пасажного інструмента (див. табл. 1), зроблені протягом полярної ночі 1974-75рр., яка у відношенні стабільності фундаментів була найгіршою, оскільки спостереження зірок розпочались зразу після закінчення будівництва павільонів і фундаменти ще не встигли «влежатись». При складанні цієї таблиці ми врахували всі зменшення нахилу осі, які робились спостерігачами для того, щоб нахил завжди був близьким до нуля. Тобто в таблиці приведені значення нахилу, які мала б горизонтальна вісь без втручань спостерігачів.

Таблиця 1. Середньодобові значення нахилу горизонтальної осі пасажного інструменту (i) під час спостережень зірок. в 0^s.001.

дата	i	t, °	дата	i	t, °
11.11	-1	-4.7	12.30	225	-19.3
11.13	25	-8.4	01.6	236	-16.0
11.15	27	-11.0	01.7	340	-18.4
11.16	30	-13.5	01.8	399	-17.8
11.22	43	-13.7	01.9	368	-18.6
11.24	34	-20.6	01.10	365	-18.5
11.25	46	-19.0	01.11	380	-20.0
11.29	66	-19.6	01.16	358	-22.5
11.30	119	-19.0	01.17	370	-21.9
12.8	142	-9.1	01.19	458	-17.5
12.9	141	-11.8	01.26	442	-18.0
12.12	150	-12.8	01.27	450	-17.6
12.13	142	-14.0	01.28	471	-15.7
12.15	130	-8.8	02.3	430	-12.0
12.29	156	-18.0	-	-	-

* t - температура повітря.

Із таблиці видно, що стабільність інструментального фундаменту пасажного інструменту була задовільною. При цьому не виключено, що вона в якійсь мірі погіршувалась

землетрусами. Справа в тому, що наша експедиція працювала в районі сейсмічної активності і землетруси тут, хочь і слабенькі, бували часто. Так, наприклад 7 грудня 1974р. землетрус зробив помітні тріщини в капітальному будинку Консульства СРСР в м. Баренцбурзі.

Нахил горизонтальної осі АПМ-10 визначався підвісною поземицею в середній момент спостереження кожної зірки. Ця поземиця була досліджена в 1957 році О.П.Чоломбійком і ціна однієї її поділлки дорівнювала

$$0^s.0637-0^s.00004 \cdot t^\circ,$$

де t° - температура повітря. Ця ціна по всій шкалі була однаковою і не залежала від довжини пузирька ампули.

Аналіз точності спостережень зірок показав, що найкращий результат одержувався тоді, коли використовувалось значення нахилу горизонтальної осі одержане безпосередньо із вимірювань в середній момент спостереження цієї зірки. Тому ми відмовились від будь яких зглажень результатів вимірювань і введень поправок за систематичні різниці, які породжувались порядком перекладки горизонтальної осі на лагерах і т. інше.

Для вимірювань азимуту пасажного інструменту відносно мір в експедиції використовувались два прилади. Перший мав назву «Рухомий об'єктив». Його конструкція добре відома ще із часів, коли спостереження зірок робилось на нерухомих нитках поля зору меридіанного інструменту. За його допомогою вимірювався азимут пасажного інструменту, відносно північної міри. А другий називався «Рухомою мірою». Його конструкція приведена в [4]. Він призначався для відліків південної міри. На привеликий жаль, цей прилад був пошкоджений ще до початку спостережень зірок і його вдалось відремонтувати тільки в 1976 році, в звязку з чим азимут пасажного інструменту протягом полярних ночей, 1974-75pp. і 1975-76pp. контролювався тільки по північній мірі.

Середня квадратична похибка одного визначення азимуту пасажного інструменту по північій мірі дорівнювала $\pm 0^s.006$. А по південній (в полярну ніч 1976-1977pp.) змінювалась в межах

$\pm(0^s.010-0^s.018)$ в залежності від стану приземного шару атмосфери. Така велика різниця в точності по північій і південній мірам пояснюється тим, що (через рельєф місцевості) північну міру було збудовано на висоті 4-х метрів над поверхнею ґрунту, а південну - лише 2-х. І так як товщина сніжного покриву в районі експедиції досягала, як правило, одного метра і більше, то світло від південної міри йшло на висоті менше 1 метра над поверхнею снігу. В зв'язку з цим зображення південної міри було задовільним лише при дуже сильних вітрах. І оскільки переважна кількість спостережень проводилась при слабких вітрах, то ми вирішили південну міру не використовувати і всі спостереження зірок обробили, опираючись тільки на північну міру.

Обробка спостережень зірок виконувалась при допомозі загальновідомої формули Бесселя.

Визначення абсолютного значення елементу орієнтації лінії мір «n» проводилось в експедиції широко відомим методом із комбінацій спостережень однієї і тієї зірки в верхніх і нижніх кульмінаціях. І так як у нашому розпорядженні був дуже багаточисельний масив значень «n» (10 «n» в кожній годині спостережень), то ми змогли одержати відомості про характер поведінки «n» протягом тривалих проміжків часу, точність їх визначень та ін.

Характер змін «n» протягом доби показано в таблиці 2, в якій для кожної години місцевого сонячного часу приведені величини: Dn - різниці між середньогодинними і середньодобовими значеннями «n»; s - їх середньоквадратичні похибки; N -число окремих значень Dn ; Dn^* - трійками зглажене значення величини Dn .

Із таблиці 2 видно, що Dn^* змінюється в межах $\pm 0^s.001$ і не перевищує похибок їх визначень, звідки випливає, що в умовах полярної ночі на Шпіцбергені елемент «n» не залежить від годинного кута Сонця. Це дуже важливий висновок, так як він дає можливість стверджувати, що на високих географічних широтах під час полярних ночей можна одержувати абсолютні піднесення зірок, вільні від систематичних похибок виду Da_a .

Всі ряди спостережень зірок, які тривали 14 годин і більше, були оброблені з абсолютним значенням «n», одержаним із зірок

цього ряду. А для менш тривалих рядів спостережень підбирався найближчий опорний ряд спостережень з добре забезпеченим абсолютним «п», в якому містились зірки менш тривалого ряду. Після чого по спільним зіркам знаходили «п» в системі фундаментального каталогу FK4 і утворювали різницю між ними. Цю різницю додавали до абсолютного «п» опорного ряду і результат використовували для обробки короткого ряду.

Таблиця 2. Зміна елементу орієнтації «п» протягом доби в $0^{\text{s.001}}$ (Для другої половини доби величина Dn одержується відповідним зсувом на 12 годин)

Середньосонячний час, h	$\Delta\eta$	σ	N	$\Delta\eta^*$
0	-0.8	± 1.0	28	-0.4
1	-0.4	± 1.2	29	0
2	+1.3	± 1.3	30	+1.0
3	+2.4	± 1.3	32	+1.2
4	0	± 1.3	32	+0.6
5	-0.6	± 1.1	33	-0.2
6	-0.1	± 1.1	33	-0.9
7	-2.1	± 1.0	31	-1.2
8	-1.4	± 1.2	30	-1.1
9	+0.2	± 1.2	39	0
10	+1.2	± 1.3	26	+0.5
11	0	± 1.1	26	+0.1

Одержані таким чином «п», а також вищезгадані значення нахилів горизонтальної осі пасажного інструменту «і» були використані для вирівнювання прямих піднесень так званих «годинних зірок». Вирівнювання прямих піднесень цих зірок було зроблене класичним пулківським методом з 24-ма годинними групами, а також із окремих неперервних рядів спостережень протяжністю по 24 години кожний. Одержані результати приведені в таблиці 3. Тут a - пряме піднесення, Da_n - поправка прямого піднесення групи зірок пулківським методом (після виглажування трійками), Da_{24} - така ж поправка із

неперервних рядів протяжністю по 24 години.

Підстав для того, щоб віддати перевагу одному із цих методів у нас не було і в якості остаточного результату використовувалось середнє арифметичне із обох.

Таблиця 3. Поправки до прямих піднесень груп «годинних зірок» в 0^s.001.

α , h	$\Delta\alpha$ _п	$\Delta\alpha$ ₂₄	α , h	$\Delta\alpha$ _п	$\Delta\alpha$ ₂₄	α , h	$\Delta\alpha$ _п	$\Delta\alpha$ ₂₄
0	+1	+2	8	-5	+1	16	+2	+2
1	-3	+2	9	-3	0	17	+2	0
2	-1	-2	10	-2	-3	18	+3	0
3	-5	-5	11	+3	-2	19	+3	0
4	-1	-6	12	+3	+1	20	+2	-1
5	-2	-2	13	+1	+3	21	-2	-1
6	-1	0	14	+2	+3	22	0	-1
7	-3	+2	15	+2	+2	23	-1	+2

В подальшому матеріал спостережень був вивчений на предмет присутності в ньому систематичних різниць, які могли породжуватись порядком перекладки горизонтальної осі інструменту на лагерах, залежати від особливостей спостерігачів і кульмінацій. Виявилось, що всі ці систематичні різниці були невеликими і визначались із точністю такого порядку, як і самі різниці. А оскільки спостереження зірок були рівномірно розподілені між спостерігачами, кульмінаціями і порядком перекладки інструменту на лагерах, то нехтування ними не могло вплинути на кінцевий результат, а оцінка точності спостережень могла погіршитись в самій незначній мірі. Все це було підставою для того, щоб одержані систематичні різниці в спостереження зірок не вводити.

Оцінка точності спостережень на Шпіцбергені була зроблена для кожного спостерігача окремо по відхиленням прямих піднесень зірки, одержаних ним, від середнього значення прямого піднесення, вивиденого із спостережень всіх

спостерігачів. Вона приведена в таблиці 4 для кожної десятиградусної зони зенітних віддалей, починаючи із південних зон через зеніт до зірок в нижній кульмінації. Тут К-Каліхевич М.С., П - Петров Г.М., Ч - Чоломбітко А.П., Ки-Кияєв В.І., Пи - Пишненко В.М. в другу полярну ніч, Па - Павлов А.С., Пі - Пінігін Г.І., Пи* - Пишненко В.М. в третю полярну ніч.

Таблиця 4. Середня квадратична похибка одного спостереження в $0^s.001$

Z, °	К	П	Ч	Ки	Пи	Па	Пі	Пи*	серед.
63	27	25	30	32	30	30	33	32	30
53	22	22	24	27	25	28	25	31	26
43	21	21	23	23	23	26	24	24	23
33	21	18	21	21	22	23	23	19	21
23	18	15	20	23	20	23	17	18	19
13	17	15	17	14	17	19	19	18	17
3	12	14	14	16	16	13	15	14	14
27sp	16	14	18	17	17	17	14	12	16
37sp	15	16	19	20	20	21	17	22	19
47sp	20	19	27	28	23	24	19	20	22
57sp	18	21	30	26	25	32	22	28	26
67sp	27	22	28	32	30	35	31	40	31
серед.	20	18	22	23	22	24	21	23	-

Середня квадратична похибка одного спостереження по всім спостерігачам дорівнює

$$0^s.0151 \cdot \text{sec}d \cdot \text{sec}Z,$$

де d - схилення, а Z - зенітна віддаль в меридіані. І оскільки кожна зірка спостерігалась на Шпіцбергені в середньому по 25 раз, то середня квадратична похибка каталожного місця була рівною

$$\pm 0^s.003 \cdot \text{sec}d \cdot \text{sec}Z.$$

Для оцінки можливих систематичних похібок одержаного нами на Шпіцбергені каталогу абсолютних прямих піднесень 531 зірки, названого нами Нік(sp)75 (Николаев-Шпицберген) було виконано його порівняння з фундаментальним каталогом FK4 та зведеним каталогом Служби часу Радянського Союзу (КСВ). А після появи нового фундаментального каталогу FK5 і з ним [5]. Значення величин $\Delta\alpha_a \cos\delta$, $\Delta\alpha_m \cos\delta$ та $\Delta\alpha_s \cos\delta$ приведені в таблицях 5, 6 та 7.

Таблиця 5. Значення величини $\Delta\alpha_s \cos\delta$, $0^s.001$.

Зона схилень	Nik(Sp)75 - FK4		КСВ - FK4		FK5 - FK4	
	$\Delta\alpha_s \cos\delta$	n	$\Delta\alpha_s \cos\delta$	n	$\Delta\alpha_s \cos\delta$	n
10-20	-5	93	-7	44	-4	109
20-30	-4	103	-6	43	-4	116
30-40	+4	86	0	40	0	104
40-50	+2	88	+1	60	0	104
50-60	+5	57	+1	46	0	68
60-70	+6	56	+4	46	+2	61
70-80	+5	48	+4	16	+1	53

Таблиця 6. Величини $\Delta\alpha_m \cos\delta$ в $0^s.001$

Зоряна величина	Nik- FK4	n	КСВ- FK4	n	FK5- FK4	n
0-2	-3	10	-5	14	-4	14
2-3	-1	30	-3	33	-2	35
3-4	-3	91	-1	88	-1	103
4-5	-1	152	0	132	0	162
5-6	+1	206	+2	104	0	221
6-7	+3	42	+3	11	+1	61

Таблиця 7. Величини $\Delta a_{\alpha} \cos \delta$ в $0^{\text{S}}.001$ вирівняні трійками

$\alpha,$	δ			
	10-50°		50-80°	
h	Nik-FK4	FK5-FK4	Nik-FK4	FK5-FK4
0	+3	-1	+2	-1
1	+1	-1	0	-2
2	0	+1	-2	-3
3	-2	+2	-4	-3
4	-2	+2	-4	-4
5	0	+2	-3	-3
6	+1	+2	+2	-1
7	+1	+2	+4	0
8	0	0	+4	+2
9	0	0	-1	+2
10	+2	+1	-3	+2
11	0	0	-4	0
12	+1	0	-2	-1
13	+1	+1	+1	0
14	+2	+1	+4	+2
15	+1	+1	+5	+4
16	0	+1	+6	+6
17	-2	-2	+5	+5
18	-2	+1	+6	+3
19	-3	-1	+3	+1
20	-2	-1	-1	-2
21	-2	-1	-3	-3
22	+1	+1	-2	-3
23	+1	+1	+1	-2

Дані таблиць 5, 6, 7 співпадають між собою непогано і свідчать, що фундаментальний каталог FK4 в 70-тих роках мав суттєві помилки виду \mathbf{Da}_a та \mathbf{Da}_m . Це можна сказати і відносно помилок \mathbf{Da}_a в зоні схилень $+50^\circ$, $+80^\circ$.

Підводячи підсумки трьохрічної роботи експедиції на острів Західний Шпіцберген ми вважаємо, що головні висновки цієї роботи можна сформулювати так:

1. Під час полярної ночі в районі Баренцбурга можна одержувати достатню кількість неперервних рядів спостережень зірок протяжністю по 24 години, що дуже важливо.

2. Середнє значення температури повітря протягом зоряної доби змінювались в межах всього лише $\pm 1^\circ$ і не залежало від годинного кута Сонця, що також має принципово важливе значення при абсолютних визначеннях координат небесних світил.

3. Вічна мерзлота дозволяє споруджувати астрометричні фундаменти, стійкість яких не поступається фундаментам на обсерваторіях в зоні помірних географічних широт.

4. В умовах полярної ночі можна одержувати абсолютні елементи орієнтації пасажного інструменту «п», вільні від впливу добовго члена, що має фундаментальне значення для звільнення прямих піднесень зірок від помилок виду \mathbf{Da}_a .

5. Не менші можливості є тут і для звільнення спостережень від помилок виду \mathbf{Da}_a . Високе положення полюсу світу над горизонтом дає можливість спостерігати одні і ті зірки в двох кульмінаціях на дуже великій дузі меридіану, що дає можливість контролювати положення горизонтальної осі інструменту на лагерах для різних схилень.

6. Точність спостережень в випадковому відношенні на Шпіцбергені не поступається спостереженням на стаціонарних обсерваторіях.

7. Результати порівнювань каталогу Нік(Sp)75 з другими найкращими каталогами того часу свідчать, що на Шпіцбергені можна одержувати спостереження практично вільні від систематичних помилок виду \mathbf{Da}_a , \mathbf{Da}_a та \mathbf{Da}_m . Цей останній висновок фактично акумулює всі попередні, і його ми вважаємо головним висновком роботи експедиції.

Наприкінці вважаю необхідним відзначити велику і дуже важливу, особливо в умовах полярної ночі, роботу по забезпеченню безперебійного функціонування всієї апаратури експедиції та транспортних засобів, а також приготування їжі, яку виконували Івакіна Т.Я., Тінькова Т.Г., Аристархов А.О., Бушуев Ф.І., Гресь О.П., Івакін В.М., Орешенко М.С., Плешівцев Л.Н. та Тільк Е.М. - працівники Миколаївської обсерваторії. Ще більший внесок в успішне завершення роботи експедиції внесли астрономи-спостерігачі, які героїчно долали труднощі багатогодинних неперервних спостережень в умовах холодної полярної ночі. Всі вони заслужили право на велику подяку.

Результати роботи експедиції в Агдарі.

Меридіанні спостереження Сонця і великих планет завжди були важливою частиною проблеми абсолютних визначень координат небесних світил. Вони використовувались для визначень нуль-пунктів небесних систем координат. Таку ж роль вони продовжували виконувати і до 80-тих років, після яких виянилось, що набагато кращу систему небесних координат можна одержати із спостережень в Космосі і із радіоінтерферометричних спостережень позагалактичних джерел. Проте спостереження Сонця і великих планет застаються актуальними і в наші часи, оскільки виникла необхідність значного покращення теорії рухів планет, яка полегшить їх вивчення космічними апаратами, а також дасть можливість розв'язати деякі інші, не менш важливі задачі [6].

На жаль, глобальне забруднення земної атмосфери стрімко обмежує можливості меридіанної астрометрії. Особливо відчутним воно стало для визначень положень Сонця, Меркурія і Венери, спостереження яких, як відомо, відбуваються в близькополудневий час на дуже яскравому фоні неба. Так, наприклад, тепер в зеніті Миколаївської астрономічної обсерваторії опівдні можна спостерігати зірки яскравіші за 2.0, тоді як ще 40 років тому в зеніті впевнено спостерігались зірки 4-4.5 зоряної величини. І оскільки на небі таких яскравих зірок дуже мало, то надійна прив'язка положень Сонця, Меркурія і Венери до зірок стала проблематичною. Все це спонукало нас

до пошуків більш сприятливих умов, і в 1970 році автор і науковий працівник МАО Каліхевич М.С. відправились на пошуки в гори Нахічеваньської автономної республіки. Тут в районі селища Агдара на географічній широті 39°20' на висоті 2100 метрів над рівнем моря вони зробили пробні спостереження Меркурія і Венери.

Спостереження в Агдарі виконувались на переносному пасажному інструменті фірми «Асканія-Верке», (діаметр об'єктиву 90 мм, фокусна віддаль 900мм, збільшення окуляру 70, ціна одного оберту гвинта саморегістраційного мікрометра 5^s.190), який позитивно зарекомендував себе в роботі Служби часу Радянського союзу.

Астрономічний павільон для спостережень був виготовлений в МАО і в розібраному виді доставлений в Агдару. Каркас павільону був зроблений із сталевого кутка 50x50x5мм. Він був обшитий брезентом і мав вигляд куба з ребром в 3 метра. Дах павільону - двосхилий, з невеликим нахилом в бік сходу і заходу.

В дасі павільону, а також з його південної і північної сторони, починаючи з висоти 1.5м від основи каркасу, була зроблена меридіанна щілина шириною 60 см. Вона закривалась пересувною протисонячною ширмою із алюмінірованої тканини. Ширма захищала пасажний інструмент від сонячних променів. В ній було зроблено 5 клапанів, через які, пересуваючи трохи ширму, можна було спостерігати небесні світила.

В центрі павільону був зроблений стовб під інструмент. Висота стовба 0.9 м, довжина 0.9 м, ширина 0.6 м. Як стовб, так і його фундамент розміром 1.5x1.5м і глибиною 1.0м були відлиті із бетону.

Для контролю за змінами азимуту пасажного інструменту і його колімаційної похибки на південь від павільону на віддалі 1200 м була встановлена меридіанна марка. Зроблена із дводюймової сталевий труби, вона була вбита в гребінь гори. Верхня частина цієї труби проектувалась на блакитний фон неба і досить чітко була видна в полі зору інструменту, незважаючи на те, що точно в фокус її зображення не попадало.

Всі роботи по будівництву були зроблені двома чоловіками

- М.С. Каліхевичем і автором. Це був дуже важкий труд - в місці розташування експедиції ґрунт складався із глини в переміжку з дрібними кусочками скельних порід. Він дуже важко піддавався ударам лома. До того ми мусили приступити до роботи без адаптації до гірських умов праці і від перенапруження в нашому горлі зробилися такі рани, що навіть воду пити було боляче. А поспішали ми з роботою через те, що адміністрація МАО виписала нам командировки в прикордонну зону (з гори добре видно іранські села) тільки на 30 днів, а прикордонники - люди дисципліновані. Тепер я думаю, що якби казанські астрономи начолі з Науфалем Різвановим нас не годували, то свою задачу виконати ми не змогли б. Спасибі їм за це глибоке.

Спостереження яскравих зірок, а також планет виконувались в двох положеннях пасажного інструменту з перекладкою горизонтальної осі на лагерах в порядку «West-East». Менш яскраві зорі спостерігались без перекладки осі на лагерах і завжди в положенні інструменту «West». При цьому для визначення нахилу горизонтальної осі приходилось перевищувати підвісну поземицю після кожного спостереження і вводити поправку за нерівність цапф.

Колімаційна похибка і азимут інструменту відносно міри визначались із відліків міри, зроблених в обох положеннях інструменту. Такі відліки повторювались нами через кожену годину спостережень.

Регістрація проходжень зірок через поле зору пасажного інструменту виконувалась за допомогою друкуючого хронографу, який приводився в рух кварцевим генератором.

Частота цього генератора, як показали дослідження в Миколаєві, практично не відхилялась від 100 герців, що давало можливість використовувати друкуючий хронограф в якості астрономічного годинника.

Обробка спостережень виконувалась по формулі Майєра. При цьому використовували нахил горизонтальної осі, одержаний в момент спостережень небесного світила. А азимут і колімаційна похибка - інтерполювалась між сусідніми значеннями цих величин.

Для визначення поправки хронометру «u» і азимуту міри

«а» для кожного дня спостережень близькозенітні зірки (з азимутальними коефіцієнтами до ± 0.4) об'єднувались в одну групу, а всі екваторіальні (з коефіцієнтами більше $+0.5$) - в другу. Після чого із цих груп знаходився елемент «а» і поправка хронометру «и».

За період з 27 червня по 7 липня нами було одержано 9 рядів спостережень, після чого нас примусили покинути прикордонну зону (строк командировки закінчився).

Спостереження кожного ряду розпочинались за 3 години до кульмінації Сонця і продовжувались ще 30 хвилин після кульмінації Венери, яка тоді проходила через меридіан приблизно через 2.7 години після Сонця. За ці 9 днів удалось одержати 163 спостереження зірок з зоряними величинами від -1.58 до $+4.03$, на зенітних віддальх від 22° на північ від зеніту до $+68^\circ$ на південь (зенітна віддаль Сонця в меридіані в цей період була рівною приблизно $+16^\circ$). Їх розподіл по дням, спостерігачам (П - Петров, К - Каліхевич) і зенітним віддальх приведено в таблиці 8. Тут приведені ще і середні квадратичні похибки визначень поправок хронографа s_u із спостережень одної близькозенітної зірки.

Із таблиці 8 видно, що кількість зірок була достатньою, в результаті чого спостереження планет були забезпечені надійними значеннями поправок хронографу і азимутів міри. Що до точності спостережень, то, як для спостережень в середині дня, вона була цілком задовільною, а у М.С.Каліхевича (мав великий досвід роботи на подібних інструментах) була навіть дуже доброю.

Аналіз матеріалу спостережень показав, що при збільшенні годинного кута Сонця на 0.5 години яскравість доступних для спостережень зірок поблизу зеніту падала на 0.4 зоряної величини і під час кульмінації Сонця в зеніті можна було спостерігати зірки з 2.0 зоряною величиною, тобто як і в Миколаєві. А поблизу екватору в цей час в Агдарі можна було спостерігати зірки 2.5, тоді як в Миколаєві тільки $+1.0$, що свідчить про високу прозорість повітря в зоні, в якій якраз і відбуваються рухи Сонця і всіх планет (особливо в зимовий час).

Таблиця 8

Дата	Спостерегіач	Число зірок	Зен.	$\epsilon_{\text{кв.}}$	σ_u	Примітки
27.06	П	18	9	9	27	прозорість задовільна
28.06	П	21	10	11	28	прозорість добра
29.06	П	14	9	5	39	небо білясте
30.06	П	12	5	7	24	небо білясте
2.07	П	19	12	7	33	злегка білясте
3.07	К	19	10	9	22	прозорість задовільна
5.07	К	9	5	4	26	окремі хмари
6.07	К	15	6	9	20	димка, хмарки
7.07	К	29	16	13	24	прозорість добра
середнє		17	9	8	27	-

* Значення σ_u приведенні в $0^{\text{S.001}}$.

Висновок про високу прозорість атмосфери в Агдарі був підтверджений і спостереженнями зірок в нічний час доби. Не дивлячись на порівняно невеликі розміри нашого пасажного інструменту на ньому в zenіті впевнено спостерігались зірки 9-ої зоряної величини, а зорі з 8.6 на zenітній віддалі 50° , тоді як в Миколаєві на цьому інструменті автор на zenітній віддалі 50° ледве бачив зірку з 7.32 зоряної величини і по цій причині мусив виключити її із каталогу близькополюсних зірок [7].

Висока точність спостережень в Агдарі ілюструється і спостереженнями планет. За 9 днів спостережень було одержано 9 спостережень Венери і 5 Меркурія. При цьому останнє спостереження Меркурія було зроблене за 25 хвилин до кульмінації Сонця в умовах, коли Сонце засвічувало половину об'єктива, частину горизонтальної осі пасажного інструменту і його поземицю, в звязку з чим один із спостерігачів мусив закривати вісь і поземицю листом паперу. В наступні дні Меркурій наблизився до Сонця ще ближче і ми його вже не спостерігали.

Результати спостережень планет в Агдарі приведені в таблиці 9. Тут в колонці: 1 - момент спостережень по ефемеридному часу; 2 - спостерігач; 3 - вказано із спостережень якого краю одержано пряме піднесення центру (1 - перший край, 2

- другий); 4 - якість зображення планети (1 - найкраще, 5 - найгірше); 5 - спостережене видиме пряме піднесення; 6 - різниця (О-С) між спостереженим прямим піднесенням і взятим із ефемериди.

Середня квадратична похибка величини (О-С) із одного спостереження Венери дорівнює $\pm 0^s.027$, що набагато точніше спостережень на других стаціонарних обсерваторіях [8], [9].

В таблиці 9 звертає на себе увагу якість зображень планет. У Меркурія вона 3 рази була задовільною і один раз доброю, у Венери - добра завжди. А в Миколаєві автор за 30 років спостережень жодного разу не оцінив зображення Меркурія балом 2. Як правило у Меркурія вона була 4-5, а у Венери 3-5, що набагато гірше, ніж в Агдарі. При цьому треба мати на увазі, що спостереження в Агдарі ми зробили не під час кращих погодних умов. Набагато кращу прозорість повітря ми бачили під час будівництва астрономічного павільону. Така хороша прозорість повітря була тільки під час спостережень 7 липня і в цей день у нас було одержано 16 спостережень зенітних і 13 екваторіальних зірок.

На привеликий жаль, ми не змогли виконати весь план роботи в Агдарі, який передбачав спостереження і взимку. Проте із інформації пулковських і казанських астрономів, які працювали тут взимку, ми знаємо, що прозорість повітря в Агдарі взимку завжди краща, ніж влітку. Враховуючи це і показники таблиці 8, автор приходять до висновку, що в Агдарі протягом всього року можна спостерігати Сонце, Міркурій і Венеру диференціальним методом практично майже в чистому вигляді.

Наприкінці розповіді про роботу експедиції в Агдарі автор (а він був керівником експедиції) вважає своїм обов'язком сказати добрі слова на адресу працівників Миколаївської обсерваторії Левченка І.С., Пашенка М.Г. та шофера Солтовського Ф.І. Першим двом за участь у виготовленні астрономічного павільону. А Солтовському І.С. та Левченку І.С. за доставку павільону із Миколаєва в Нахічеваньєвську республіку і монтаж павільону в Агдарі.

Таблиця 9. Результати спостережень Меркурія і Венери.

Момент спостережень	Спостерегіач	Край	Якість зображ.	Спостер. пряме піднесення, hh mm ε s	O-C, s
1	2	3	4	5	6
МЕРКУРІЙ					
черв.27. 34063	П	2	3	05 33 32.47	-0.12
черв.28. 34407	П	2	2	05 42 27.13	-0.04
черв.29. 34764	П	2	3	05 51 33.11	-0.10
черв.30. 35135	П	2	3	06 00 47.55	-0.09
лип. 2. 35887	П	2	3	06 19 37.19	-0.10
ВЕНЕРА					
черв.27. 48537	П	1	2	09 02 33.01	-0.13
черв.28. 48590	П	1	2	09 07 15.17	-0.10
черв.29. 48640	П	1	2	09 11 55.70	-0.16
черв.30. 48690	П	1	2	09 16 34.77	-0.17
лип. 2. 48731	П	1	2	09 25 48.35	-0.14
лип. 3. 48825	К	1	2	09 30 22.81	-0.17
лип. 5. 48909	К	1	2	09 39 27.30	-0.10
лип. 6. 48947	К	1	2	09 43 57.19	-0.15
лип. 7. 48983	К	1	2	09 48 25.63	-0.15

Результати роботи експедиції в р-ні м. Кисловодська.

Спостереження Сонця, Меркурія і Венери поблизу Гірської астрономічної станції (ГАС) Пулківської обсерваторії в районі м. Кисловодська на Північному Кавказі були розпочаті в липні 1981 року і продовжувались до серпня 1982 року. Ми мали намір провести пробні спостереження цих світил на вертикальному крузі і на пасажному інструменті одночасно. Але, на жаль, вертикального круга одержати ми не змогли і, оскільки два астрономічні повільйони були вже готові, було прийнято рішення спостерігати синхронно на двох пасажних інструментах, встановлених в різних місцях. Пасажний інструмент фірми «Асканія-Верке» (той, що був в Агдарі), був встановлений на

горизонтальному плато в 300-х метрах на захід від ГАС в астрономічному павільоні із труб, обшитих цупким брезентом, пофарбованим титановими білилами, які прекрасно відбивали сонячні проміння. Меридіанна щілина павільону мала ширину 60 см, і інструмент закривався від Сонця брезентною протисонячною ширмою 100 см. Для спостережень небесних світил в ширмі було зроблено 3 клапани, які відкривались за кілька секунд перед початком реєстрації проходжень світила. Пасажний інструмент АПМ-10 був встановлений в 700 метрах на



Фото 4. Керівник експедиції біля павільону

південь від пасажного інструменту Асканія-Верке на краю дуже крутого спуску, майже урвища, глибиною 200 метрів. Діаметр об'єктиву у нього дорівнював 100 мм, фокусна віддаль об'єктиву 1000мм, збільшення окуляру 100^x. Цей інструмент люб'язно дали нам полтавські астрономи, за що ми їм щиросердечно вдячні. Інструмент над прірвою мав південну міру, яка знаходилась від нього на віддалі 3-х км і була зроблена із забитої в схил сусідньої гори сталевий триніги, в верхній частині якої був зроблений освітлений електричною лампочкою невеличкий круглий отвір. І через те, що промінь світла від міри до інструменту проходив над глибоким межигір'ям її зображення завжди було спокійним. Інструмент на горизонтальному плато мав дві міри. Вони були зроблені із вбитих в ґрунт сталевих труб на відстанях по 400м на північ і південь від інструменту. Проміння від них до інструменту йшли на висоті 2-3 метрів над поверхнею ґрунту і їх зображення були неспокійними, через що ми їх використовували тільки для визначень колімаційної похибки інструменту. В грудні 1981 року пасажні інструменти помінялись місцями і на них знову були

зроблені синхронні спостереження. Результати спостережень показали, що якість зображень небесних світил в обох павільонах була практично однаковою і в більшості випадків хорошою і навіть дуже доброю. В такі періоди у Меркурія чітко була видна фаза, а на Місяці такі дрібні деталі, про існування яких автор не мав навіть підозри, не дивлячись на те, що спостерігав Місяць і його кратер Местінг А в Миколаєві протягом багатьох років. Амплітуда тримітиння зображень зірок була одержана із візуальних спостережень. Для цього зображення зірки встановлювалось поблизу горизонтальної нитки окулярного мікрометра пасажного інструменту і спостерігач порівнював величину коливань зображень з товщиною нитки, кутові розміри якої були одержані із спеціальних вимірювань. Результати вимірювань амплітуди коливань зображень зірок показали, що на горизонтальному плато вони були на 10-20% меншими ніж над обривом. А залежність амплітуди коливань від зенітних віддалей зірок в меридіані показана в таблиці 10 (тут зенітні віддалі на північ від зеніту позначені знаком «-»).

Таблиця 10. Залежність амплітуди коливань зображень зірки від зенітної віддалі (інструмент АПМ-10)

z	-10	-5	0	+10	+25	+40	+55	+70
ніч	0."15	0."16	0."14	0."18	0."24	0."28	0."36	0."61
день	23	32	46	43	41	40	68	85

Із таблиці 10 видно, що:

1) Коливання зображень вночі відбувалося по закону $0."14 + 0."17 \cdot \text{tg}(z)$, а вдень симетрії відносно зеніту вже не було. Останнє, власно кажучи, і не повинно бути. Справа в тому, що під час спостережень північних зірок клапан в протисонячній ширмі, через який спостерігаються зорі, попадає в північну частину ширми, в яку прямі сонячні проміння вже не попадають, в результаті чого турбуленція повітря над клапаном значно зменшується.

2) Величина амплітуд коливань невелика і в цьому відношенні район розташування експедиції слід віднести до найкращих на території СРСР. ^[10, 11] Про прозорість повітря на

ГАС, а отже і про можливість забезпечити спостереження Сонця, Меркурія і Венери опорними зірками, можна судити по даним таблиці 11, в якій для годинних кутів Сонця (t) (в межах ± 3 години) приведені зоряні величини (m) найбільш слабких зірок, які впевнено спостерігались в південній частині неба на zenітних віддалях (z). Ця таблиця складена по матеріалам спостережень Л.О.Гудкової в січні-лютому 1982р. при середній zenітній віддалі Сонця $z=60^\circ$ та Н.О.Ільків в травні-червні 1982р. при $z=22^\circ$. Тут n - число спостережень слабких зірок, а n^* - більш яскравих.

Таблиця 11

ЗИМА				ЛІТО				n*
t	z, °	m, зв.вел.	n	t	z, °	m, зв.вел.	n	
	0	3.9	19		0	3.9	2	24
	25	3.4	21		25	3.4	9	13
2. ^{h5}	43	3.4	14	2. ^{h5}	40	3.2	7	2
	65	2.3	6		60	2.2	7	8
	3	3.8	32		1	3.0	8	6
	28	3.1	23		25	2.8	5	9
1. ^{h5}	41	3.3	7	1. ^{h5}	45	2.7	3	3
					63	2.5	3	
	3	3.6	39		1	3.0	17	13
	20	3.4	24		25	2.4	2	3
0. ^{h5}	40	3.0	17	0. ^{h5}	45	2.2	7	3
	74	1.3	5		60	2.0	8	3

Із таблиці 11 видно, що прозорість повітря на ГАС не поступається прозорості в Агдарі. Влітку тут, як і в Агдарі, над і під Сонцем спостерігається достатня кількість опорних зірок. Що до ситуації взимку, то на ГАС опорних зірок над Сонцем є більш ніж достатньо, а під Сонцем їх бажано було б мати більше. На великий жаль, на середніх географічних широтах такої можливості просто не існує, т.к. на небесній сфері взимку під Сонцем достатньо яскравих зірок просто нема. Оцінка

точності спостережень Сонця і планет на ГАС була одержана по матеріалам спостережень двох найбільш досвідчених учасників експедиції: Федорової Р.Т. та Федорова П.М. Середня квадратична похибка одного значення величини відхилення одержаного із спостережень прямого піднесення від його ефемеридного значення (О-С) для цих спостерігачів дорівнювала $\pm 0^s.038$, $\pm 0^s.033$, $\pm 0^s.035$ для Сонця, Меркурія і Венери відповідно. При цьому слід підкреслити, що точність спостережень була б більшою, якби реєстрація проходжень небесних світил друкуючим хронографом виконувалась при допомозі генератора зі стабільною частотою (астрономічного годинника у нас не було). На жаль, на відміну від спостережень в Агдарі, частота генераторів на ГАС «плавала» і навіть «скакала», що створювало додаткові, а іноді і значні, труднощі при обробці спостережень. Висока прозорість повітря на ГАС була підтвержена і спостереженнями в нічний час. Виявилось, що біля зеніту на обох пасажних інструментах, при достатній освітленості поля зору, візуально спостерігались зірки з 9.0-9.1 зоряними величинами. Тобто в порівненні з Миколаєвом тут можна спостерігати зірки на 1.5 зоряні величини більш слабкі. Враховуючи все вищеприведене Вчена рада Головної астрономічної обсерваторії Академії наук СРСР (Пулківська обсерваторія) прийняла рішення організувати на ГАС регулярні спостереження Сонця і планет на більш досконалих меридіанних інструментах, а саме, на великому пасажному інструменті і вертикальному крузі фірми Ертеля. Пасажний інструмент Ертеля був введений в експлуатацію силами миколаївських астрономів. Обидва ці інструменти ведуть спостереження і в наш час.

Наприкінці автор, як керівник експедиції на ГАС, вважає необхідним виділити дуже відповідальну роботу по спорудженню астрономічних павільонів, їх монтажу на ГАС і забезпеченню експедиції необхідним устаткуванням і матеріалами. З всим цим блискуче справився керівник експериментально-механічною майстернею Л.М.Плешивцев . Велике навантаження випало і на долю тоді ще молодшого наукового працівника П.М. Федорова. Добрі слова заслужив також шофер Г.І.Осадчук та інженери і астрономи МАО: Горель Л.Ф., Горель Г.К., Гудкова Л.О., Івакін

В.М., Ільків Н.О., Ільків М.І., Каліхевич Ф.Ф., Федорова Р.Т. та інші.

Список використаної літератури.

1.Петров Г.М. Об определении абсолютных прямых восхождений звезд во время полярной ночи. - В кн.: Современные проблемы позиционной астрометрии. 1975. с. 101.

2.Пышненко В.Н. Каталог прямых восхождений 312 звезд. - Тр. ГАО 1977. т.82. с.95.

3.Вороненко Л.Д., Ільків М.І., Каліхевич Н.С. Каталог прямых восхождений 395 звезд - Тр. ГАО. 1977 т. 82.с. 78.

4.Ільків М.І., Каліхевич Н.С., Петров Г.М. Об определении азимута и коллимационной ошибки пассажного инструмента с фотоэлектрической регистрацией прохождений звезд.- Изв. ГАО. 1980., т.197

5.W. Fricke, H. Schwan, T. Lederle. Fifth Fundamental Catalogue [FK5].- Veröffentlichungen Astronomisches Rechen Institut Heidelberg. 1988. №32. pp. 87-88

6.Кислик М.Д. Возможность проверки закона всемирного тяготения из астрономических наблюдений планет. - Письма в Астр. ж. 1983. т.9. с. 316

7.Петров Г.М. Каталог прямых восхождений 101 звезды со склонениями от $+75^{\circ}$ до $+90^{\circ}$ для эпохи и равноденствия 1950.0 - Изв.ГАО 1958. №161. с.77.

8.Петров Г.М. Меридианные наблюдения Солнца и больших планет.- В кн. Труды 16-й астрометр. конф. СССР. 1965. с.55.

9.Харин А.С., Майор С.П. О точности оптических наблюдений Солнца и больших планет, полученных в 1960-1977гг.- В кн. Проблемы астрометрии. 1984. с. 258.

10.Васильев О.В. О зависимости дрожания звезд от зенитного расстояния. - В кн. Оптическая нестабильность земной атмосферы. 1965. с.40.

11.Дарчия Ш.П. Некоторые результаты астроклиматических исследований в экспедициях ГАО Академии наук СССР.- Изв. ГАО. 1961. №169. с. 99.