

НАУКА
НА ШПИЦБЕРГЕНЕ
История
российских исследований

Издательский Дом «ГАМАС»
Санкт-Петербург
2009

УДК
ББК

Научные рецензенты

Г.Г. Матишов, академик РАН, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН
В.К. Жиров, чл.-корр. РАН, Полярный альпийский ботанический сад-институт КНЦ РАН
И.А. Зотиков, чл.-корр. РАН, Институт географии РАН
В.Е. Куницын, д.ф.-м.н., Московский государственный университет
Е.А. Мареев, чл.-корр. РАН, Институт прикладной физики
В.С. Корякин, д.г.н., Архангельский поморский государственный университет

Наука на Шпицбергене: История российских исследований / Под науч. ред. академика РАН В.Т. Калининкова. – СПб.: «ГАМАС», 2009. – 408 с.: ил.

ISBN 978-5-91519-010-7

УДК
ББК

*Издание осуществлено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
по проекту № 09-05-07063*



ISBN 978-5-91519-010-7

© Учреждение Российской академии наук Полярный
геофизический институт Кольского научного центра РАН, 2009
© Коллектив авторов, 2009
© ООО «Издательский Дом “ГАМАС”», 2009

Содержание

Предисловие	5
Раздел I. Россия и Шпицберген от XVI до середины XX века	9
Введение	10
Глава 1. Роль русских поморов в открытии и первоначальном освоении архипелага Шпицберген	12
Глава 2. Русские экспедиции на Шпицбергене в XVIII – первой половине XX века	73
Глава 3. История довоенной советской угледобывающей промышленности на архипелаге Шпицберген в документах государственных архивов	129
Литература	157
Раздел II. Комплексные исследования природы Шпицбергена	163
Введение	165
Глава 1. История и результаты российских геологических исследований на архипелаге Шпицберген	168
Глава 2. Комплексные исследования перигляциальных процессов и состояния морских экосистем на Западном Шпицбергене	187
Глава 3. Исследование растительного покрова архипелага Шпицберген	198
Глава 4. Гляциологические исследования на архипелаге Шпицберген	214
Литература	275
Раздел III. Российские геофизические исследования на архипелаге Шпицберген	285
Введение	287
Глава 1. Значение первых комплексных оптических исследований полярных сияний на Шпицбергене Русско-шведской экспедицией в 1899–1900 годах	289
Глава 2. Наблюдения полярных сияний на архипелаге Шпицберген в период Первого Международного геофизического года	314
Глава 3. Возрождение комплексных геофизических исследований на Шпицбергене в период 1980–1990-х годов	317
Глава 4. Развитие комплексных геофизических исследований на Шпицбергене в третьем тысячелетии	330
Литература	363
Раздел IV. Астрономические и гидрометеорологические наблюдения на архипелаге Шпицберген	371
Введение	373
Глава 1. Астрономическая экспедиция Николаевского отделения Главной астрономической обсерватории Академии наук СССР на остров Западный Шпицберген в 1973–1977 годах	375
Глава 2. Гидрометеорологические наблюдения на архипелаге Шпицберген	390
Литература	395

*Конечно, теперь уже слишком поздно думать об овладении Шпицбергом, но я думаю, что еще не поздно озаботиться о совладении, наряду с другими заинтересованными государствами. **Все наши «исторические права» на Шпицбергене не будут иметь никакого реального значения, если мы не сумеем перекинуть мост между прошлым и настоящим и если мы не перейдем поспешно по этому шаткому мосту и не приступим сейчас же к созидательной работе на Шпицбергене.** Как ни слаба связь между прошлым русским Грумантом и современным иностранным Шпицбергом, но все же она есть, и беспристрастно учесть ее поэтому не мешает.*

Владимир Александрович Русанов. 1911

(Российский государственный исторический архив.
Фонд Департамента общих дел Министерства внутренних дел.
Отдел VIII. Д. 351. Ч. III. Л. 81–87)

Предисловие



Архипелаг Шпицберген и прилегающие акватории являются уникальным природным комплексом, расположенным всего лишь в тысяче километров от Северного полюса. На протяжении многих веков эта труднодоступная и суровая земля привлекала внимание полярных исследователей и ученых разных стран мира. Богатая история освоения и исследования природы Шпицбергена насыщена многими интересными событиями, немалый вклад в которые внесли и наши соотече-

ственники. Сегодня архипелаг – один из самых лучших и удобных международных научных полигонов в Арктике с давно сложившимися и успешно развивающимися международными связями ученых многих стран мира.

В данной книге на основе большого фактического материала сделана попытка обобщить результаты многовековой деятельности российских ученых и исследователей на архипелаге Шпицберген, начиная с XVI века и кончая сегодняшним днем. Одним из важнейших аспектов, свидетельствующих о своевременности и актуальности проблем, затрагиваемых в данной монографии, является геополитический. На сегодняшний день Россия представляет собой крупнейшее арктическое государство с максимальной по сравнению с другими странами протяженностью границ в Арктике, с обширными заполярными акваториями и осваиваемыми территориями. Поэтому Арктика для России – регион особых политических, научных и оборонных интересов. Монография включает в себя три крупных раздела.

В первом разделе, который можно назвать историко-археологическим, рассматриваются вопросы, связанные с ролью русских поморов в открытии и первоначальном освоении архипелага (глава 1), и анализируется значение русских экспедиций на Шпицберген в XVIII – первой половине XX века (глава 2). Основной материал, послуживший фундаментом проводимых исследований, был получен благодаря деятель-

ности Шпицбергенской экспедиции Института археологии РАН, которая с первого года своей работы (1978) и по сегодняшний день занимается проблемой изучения российского культурно-исторического наследия. Последняя глава данного раздела, базирующаяся на анализе документов государственных архивов, посвящена вопросам истории довоенной советской угледобывающей промышленности на архипелаге Шпицберген. Эта работа была выполнена в Центре гуманитарных проблем КНЦ РАН. Следует отметить, что данное исследование выполнено главным образом на архивных материалах, связанных с деятельностью созданного в 1931 году в Советском Союзе государственного треста «Арктикуголь» по добыче каменного угля на берегу Северного полярного моря и его сбыту. К сожалению, из трех работавших российских рудников в настоящее время на архипелаге добыча угля ведется только на руднике Баренцбург. Тем не менее очень важно констатировать тот факт, что Баренцбург с середины XX века и по настоящее время был и остается единственной базой и опорой для проведения научных исследований российскими учеными. Отсюда уходят в свой научный поиск экспедиции геологов, геофизиков, гляциологов, археологов, биологов. Здесь же в середине прошлого столетия были построены научно-исследовательские базы Полярной морской геологоразведочной экспедиции, Мурманского территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и Академии наук, а в 2000 году при поддержке правительства Полярным геофизическим институтом РАН были заложены основы самой северной российской комплексной геофизической обсерватории.

Во втором разделе представлены результаты геологических (глава 1), биологических и океанографических (глава 2), ботанических (глава 3) и гляциологических (глава 4) исследований, проводимых на архипелаге и окружающих его акваториях. Наиболее древнюю историю имеют геологоразведочные работы, нашедшие свое отражение в исследованиях, проводившихся в рамках Российско-шведской экспедиции по измерению дуги меридиана в 1899–1902 годах. Чтобы подчеркнуть всю серьезность государственного подхода к данному роду мероприятий, полезно напомнить,

что с российской стороны ответственным лицом по подготовке и организации экспедиции являлся Его Императорское Высочество Великий князь Константин Константинович. Полномасштабные отечественные геолого-геофизические исследования на Шпицбергене были начаты в 1962 году и в настоящее время продолжают в основном Полярной морской геологоразведочной экспедицией. В 1965 году к изучению обширного шпицбергенского оледенения приступила первая советская гляциологическая экспедиция, организованная Институтом географии СССР. Результаты гляциологических исследований представлены и обобщены в четвертой главе данного раздела. Третья глава посвящена исследованиям растительного покрова архипелага Шпицберген, проводимых силами научных сотрудников Полярно-альпийского ботанического сада-института (ПАБСИ) КНЦ РАН, являющимся признанным в стране центром по изучению мохообразных и лишайников. Следует отметить, что изучением растительности архипелага начиная с 1977 года занимались ученые Института географии РАН. Полярно-альпийский ботанический сад начал работу на Шпицбергене в 1990 году, однако поначалу работы носили фрагментарный характер. К систематическим исследованиям институт приступил с 2002 года. Вторая глава посвящена комплексным биолого-океанографическим исследованиям, проводимым на архипелаге и прилегающих акваториях Мурманским морским биологическим институтом КНЦ РАН (ММБИ). В данной главе представлен исторический анализ выполненных работ и полученных институтом результатов с 1969 года по настоящее время. Среди приоритетных направлений исследований отмечены влияние перигляциальных процессов на экосистему фиордов и прибрежной зоны; биоразнообразие наземной и прибрежной арктической фауны и флоры (водоросли) архипелага; оценка потока осадочного терригенного вещества ледникового питания и скорости седиментации в заливах и озерах; динамика формирования ледниковых и ледниково-морских отложений. Приведены данные изучения механизмов формирования ледникового рельефа архипелага и подводного ландшафта. Рассмотрены вопросы развития фиордов в раннем голоцене (8300–7000

лет назад) и в Малый ледниковый период (700–200 лет назад).

В последние десятилетия архипелаг Шпицберген превратился в основной мировой высокоширотный полигон для проведения исследований в области физики солнечно-земных связей. Благодаря своему географическому положению Шпицберген является уникальным полем исследования наиболее важных аспектов космической погоды (таких, как перенос энергии солнечного ветра в околоземное космическое пространство и последующее ее взрывообразное освобождение) средствами наземного базирования. Ионосферным проявлением этих процессов являются полярные сияния и ионосферные токи, вариации которых в широком диапазоне частот регистрируются на Земле в виде магнитных бурь и геомагнитных пульсаций. Тот факт, что в период полярной ночи Шпицберген находится в области тени, позволяет круглосуточно проводить регистрацию полярных сияний и иных свечений ночного неба. В дневные часы над архипелагом располагается область полярного каспа – зоны, где меняется топология геомагнитного поля, в окрестность которой проектируются силовые линии, связанные с принципиально различными областями магнитосферы. Вариации электромагнитных полей и потоков частиц в этих областях несут важную информацию о динамических процессах взаимодействия в системе солнечный ветер – магнитосфера. Поэтому третий раздел монографии в основном посвящен результатам научной деятельности российских ученых на архипелаге в области исследования ближнего космоса.

Первая глава носит в значительной степени исторический характер и выполнена на основе материалов Архива РАН. В ней представлены результаты анализа материалов оптических наблюдений полярных сияний, проведенных в XIX веке российским астрономом И.И. Сикорой, выполнявшим исследования в составе Русско-шведской экспедиции в 1899–1900 годах. В данной работе широко представлены первичные материалы различных видов оптических наблюдений полярных сияний, начиная от визуальных и кончая спектральными измерениями лучшими по тем временам физическими приборами. Тогда была проведена первая в мире систематическая фотосъемка

сияний в Арктике, а по хорошо документированным спектральным измерениям были открыты ранее неизвестные эмиссии полярных сияний.

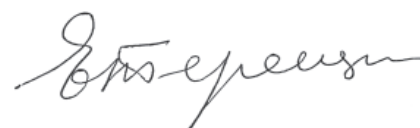
После исследований, описанных в первой главе, в изучении полярных сияний на Шпицбергене наступил продолжительный перерыв. Новые наблюдения начались только во время Международного геофизического года (МГГ) и Международного геофизического сотрудничества (МГС), которые проводились с 1957 по 1959 год. В этот период весь земной шар был охвачен геофизическими наблюдениями по единой программе. Перед МГГ и МГС была разработана специальная аппаратура, представляющая собой камеру полного обзора неба С-180, оснащенную сложным зеркально-линзовым объективом углом зрения 180°, и патрульный спектрограф С-180-S. Основные наблюдения проводились в области полярных сияний. Наблюдения велись на архипелаге Шпицберген в окрестностях рудника Пирамида, где была создана геофизическая станция для проведения круглосуточной регистрации вариаций магнитного поля и полярных сияний (глава 2). После окончания международных программ геофизические наблюдения на архипелаге были прекращены и вновь возобновились лишь в 1980 году. Пионером в организации и проведении комплексных регулярных геофизических исследований на архипелаге Шпицберген выступил Полярный геофизический институт Кольского филиала АН СССР. В третьей главе, охватывающей период с 1980 года по настоящее время, представлен обширный материал о становлении, организации и развитии первой российской высокоширотной геофизической обсерватории, расположенной в окрестностях рудника Баренцбург. В настоящее время на обсерватории силами сотрудников Полярного геофизического института КНЦ РАН проводятся регулярные наблюдения по следующим крупным направлениям: телевизионная, фотометрическая, спектрографическая и интерферометрическая регистрация полярных сияний, изучение искусственных оптических эффектов, вызванных нагревным стендом SPEAR, регистрация вариаций геомагнитного поля естественного и искусственного происхождения в широком диапазоне длин волн, исследование структуры ионосферы радиотомографическим

методом, КВ-интерферометрические исследования ионосферы искусственно модифицированной нагревным стендом SPEAR, регистрация космических лучей наземным комплексом нейтронных мониторов. Четвертая глава посвящена вопросам организации и проведения уникальной астрономической экспедиции на архипелаг Шпицберген, осуществленной в 1973–1977 годах Николаевским отделением Главной астрономической обсерватории Академии наук СССР (ныне Николаевская астрономическая обсерватория). Мотивом для проведения астрономических наблюдений, связанных с определением абсолютных прямых восхождения небесных светил, опять-таки послужило географическое расположение Шпицбергена, предоставляющее исследователям условия полярной ночи, длящейся на Шпицбергене около

четырёх месяцев и обеспечивающей практически одинаковые метеоусловия в течение полных суток. В последней главе третьего раздела кратко рассмотрены вопросы становления и развития российских гидрометеорологических наблюдений на архипелаге Шпицберген (Мурманское территориальное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды).

Данный труд не претендует на абсолютно полный охват материала, касающегося вопросов становления и развития научных исследований российских ученых на архипелаге Шпицберген. Тем не менее существенное значение имеет тот факт, что весь огромный материал, содержащийся в книге, представлен авторами, не только являющимися признанными учеными, но и влюбленными в Шпицберген.

Е.Д. Терещенко
директор Полярного геофизического
института, КНИЦ РАН



Глава 1

Астрономическая экспедиция Николаевского отделения Главной астрономической обсерватории Академии наук СССР на остров Западный Шпицберген в 1973–1977 годах

Изложение сведений об астрономической экспедиции, организованной для выполнения уникальных наблюдений на высоких широтах в полярные ночи предваряется кратким описанием Николаевской астрономической обсерватории – одной из старейших обсерваторий в Восточной Европе, впервые в истории науки снарядившей чисто астрономическую экспедицию в Арктику.

Николаевская астрономическая обсерватория

Морская обсерватория (1821–1911)

Николаевская астрономическая обсерватория (НАО) основана в 1821 году адмиралом А.С. Грейгом (1775–1845) в качестве морской обсерватории для обеспечения Черноморского флота мореходными картами и обучения офицеров астрономическим методам ориентирования.

В 1820 году А.С. Грейг (*рис. 1*) поручил архитектору Ф.И. Вуншу составить проект строительства обсерватории (*рис. 2*). Местом для строительства была выбрана вершина Спасского кургана – самая высокая точка города Николаева (52 м над уров-



Рис. 1. Портрет адмирала А.С. Грейга



Рис. 2. Проект Главного здания Морской обсерватории в Николаеве



Рис. 3. Вид Главного здания с ротондой



Рис. 4. Портрет К.Х. Кнорре

нем моря). Строительство длилось почти 9 лет, с 1821 по 1829 год.

В настоящее время главное здание обсерватории (рис. 3) и прилегающая к ней парковая зона с чугунным ограждением уникального литья является памятником архитектуры национального значения.

Распоряжением морского министра И.И. Траверсе от 7 июля 1820 года по рекомендации А.С. Грейга на должность директора обсерватории был назначен К.Х. Кнорре (1801–1883) (рис. 4), ученик знаменитого В.Я. Струве. Кнорре занимал пост директора Николаевской обсерватории 50 лет [Petrov, Pinigin 2002; Петров, Пинигин 2004; Petrov, Pinigin 2007]. В историю науки он вошел благодаря своим гидрографическим работам на Азовском и Черном морях, а также составлению 5-го листа звездной карты Берлинской академии наук, при помощи которого потом были открыты малые планеты Астрея и Флора. Астрономические исследования в обсерватории были продолжены вторым директором И.Е. Кортацци (1827–1903) [Петров, Пинигин 2006]. Им был составлен каталог положений 5954 звезд, вошедший в историю науки под названием «Николаевская зона».

Южное отделение Пулковской обсерватории (1912–1991)

До 1912 года обсерватория подчинялась Морскому министерству, а с 1912 по 1917 год была одним из южных отделений Пулковской обсерватории. С 1918 по 1935 год обсерватория входила в состав научных учреждений Украины, с 1936 по 1991 год – в состав Главной (Пулковской) астрономической обсерватории Академии наук СССР в качестве южного отделения.

Будучи южным отделением Пулковской обсерватории, НАО прославилась своей научной школой по определению положений небесных тел, в которой было создано около 35 разных каталогов положений небесных светил. К моменту открытия Николаевского отделения Пулковской обсерватории в 1913 году в Николаев из Одессы были перевезены пассажный инструмент ($D = 108 \text{ mm}$, $F = 1300 \text{ mm}$) и вертикальный круг ($D = 108 \text{ mm}$, $F = 1400 \text{ mm}$). Первый был заказан директором Пулковской обсерватории О.А. Баклундом пулковскому механику Г.А. Фрейбергу-Кондратьеву, а второй – братьям Репсольд в Гамбурге. Наблюдения на вертикальном круге проводились до 1985 года (было получено 5 абсолютных каталогов склонений звезд), а на пассажном инструменте – до 1992 года (было получено 4 абсолютных каталога прямых восхождений звезд). На этих инструментах было получено еще и огромное число наблюдений Солнца, Луны и больших планет Солнечной системы. Они послужили основой для создания новой релятивистской теории движения планет, за что Г.М. Петров в числе других авторов в 1982 году был удостоен государственной премии СССР по науке и технике.

В 1955 году в Николаев из Пулкова был перевезен меридианный круг Репсольда ($D = 150 \text{ mm}$, $F = 2150 \text{ mm}$) (рис. 5), работавший в Пулковской обсерватории с момента ее основания и сильно пострадавший в годы Великой Отечественной войны. После реставрации отдельных узлов он был установлен в построенном специально для него астрономическом павильоне и в 1956 году приступил к наблюдениям. Инструмент был несколько раз модернизирован в НАО, в результате чего регистрация наблюдений стала производиться со значительно более высокой точностью

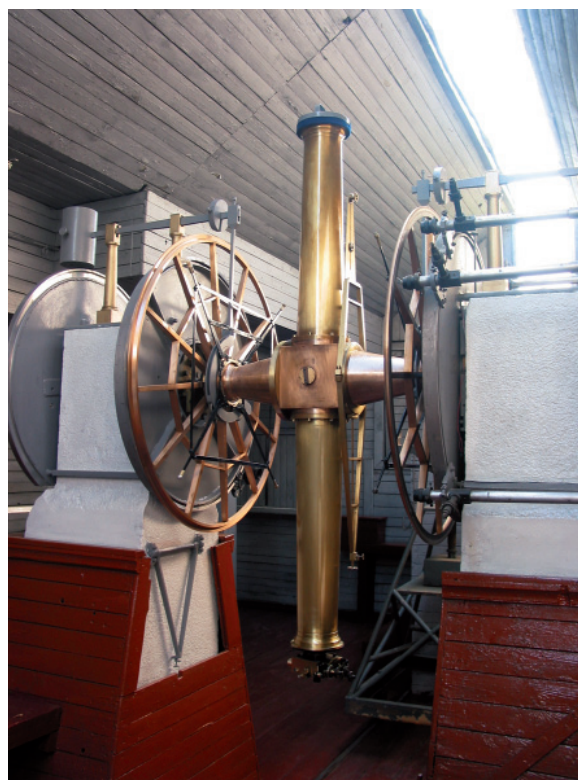


Рис. 5. Меридианный круг Репсольда

и в автоматическом режиме. Более 40 лет на нем велись различные наблюдательные программы и было получено 9 каталогов положений звезд и собственных движений.

В 1931 году в НАО была создана высокоточная Служба времени, которая с 1938 года принимала участие в работе союзной и международной программы определения времени. В период с 1931 по 1992 год Службой времени создано 7 каталогов прямых восхождений звезд по наблюдениям на двух пассажных инструментах этой службы: «Аскания-Верке» и АПМ-10.

В 1961 году после восстановления и ввода в строй зонного астрографа ($D = 160 \text{ mm}$, $F = 2046 \text{ mm}$), изготовленного фирмой «Карл Цейс Йена» в 1925 году, в НАО началась история фотографической астрометрии. За почти 40-летний период были получены наблюдения звезд 5 каталогов специального назначения, общий объем которых составляет около 2500 астронегативов. Многолетние ряды наблюдений избранных малых планет, больших планет и их спутников принадле-



Рис. 6. Аксиальный меридианный круг

жат к числу самых точных фотографических наблюдений в мире (более 6000 астронегативов).

В 70–80-е годы XX столетия обсерватория была инициатором и основным исполнителем нескольких научных экспедиций для наблюдений в условиях полярной ночи на острове Западный Шпицберген и в условиях высокогорья на Кавказе. На Шпицбергене получен уникальный по точности каталог прямых восхождений звезд, а на Северном Кавказе столь же высокоточные наблюдения Солнца и больших планет.

Николаевская астрономическая обсерватория сегодня (с 1992 года)

После распада СССР Николаевское отделение ГАО стало научным учреждением Украины. В 1992 году НАО обрела статус самостоятельного научного учреждения, а в 2002 году получила официальный статус научно-исследовательского института. Штат обсерватории состоит из 75 человек, из них 21 научный и 19 инженерно-технических работников, в том числе 2 доктора и 7 кандидатов наук. Сохраняя свои научные традиции, НАО расширила тематику работ, включив в их круг астрономическое приборостроение и исследования околоземного пространства [Пинигин 1998; Pinigin 2001, Пинигин и др. 2005; Пинигин и др. 2007].

В настоящее время научные исследования в обсерватории ведутся по следующим направлениям:

динамика тел Солнечной системы: позиционные ПЗС-наблюдения избранных астероидов с целью уточнения их положений и определения масс, наблюдения астероидов, сближающихся с Землей, для определения их орбитальных параметров;

звездные системы координат: исследование связи радио- и оптической систем координат; расширение системы каталога Hipparcos на слабые звезды, создание каталогов положений звезд в избранных участках небесной сферы;

исследование околоземного пространства: разработка методики наблюдений объектов ближнего космоса; наблюдение геостационарных и искусственных спутников Земли с целью улучшения элементов их орбит; контроль состояния ионосферы с целью сейсмического прогнозирования и изучения солнечно-земных связей; регулярные GPS-наблюдения;

информационная поддержка астрономических исследований: программное обеспечение проведения и обработки наблюдений; создание системы удаленного доступа к астрономическим комплексам с использованием локальной сети и Интернета; создание и ведение общей базы данных НАО как элемента виртуальной обсерватории;

астрономическое приборостроение: создание новых инструментов и телескопов на основе современных методов регистрации и обработки информации; оснащение действующих телескопов ПЗС камерами собственного производства и автоматизация астрономических наблюдений;

история астрономии: вклад НАО в астрометрические исследования, освещение деятельности отдельных ученых в различных областях астрономии, а также исследование истории экспедиций НАО.

В настоящее время НИИ «Николаевская астрономическая обсерватория» имеет три действующих ПЗС телескопа:

Аксиальный меридианный круг (АМК, $D = 180 \text{ mm}$, $F = 2480 \text{ mm}$) (рис. 6) с программным управлением был введен в действие в 1995 году, в 1996–1998 годах на нем получен каталог прямых восхождений и склонений 17 000 звезд вокруг 190 внегалактических радиоисточников, а в 1999 году этот телескоп оригинальной конструкции был включен в список объектов национального достояния Украины. С 2002 года, после модер-

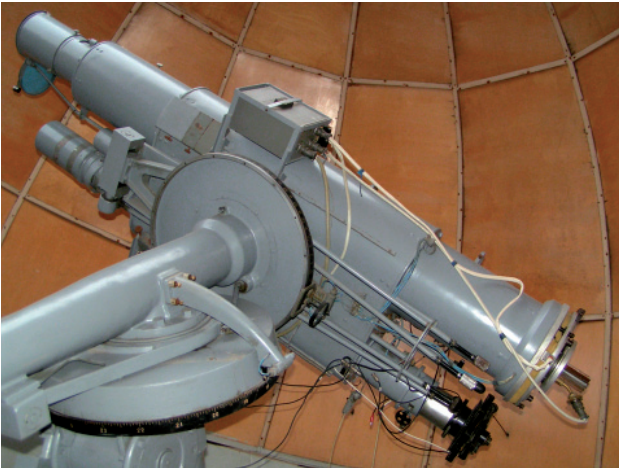


Рис. 7. Мультиканальный телескоп

низации и переоснащения АМК на нем ведутся наблюдения в автоматическом режиме. По итогам ежегодных наблюдений получено 2 каталога положений около 25 тысяч звезд в экваториальной и эклиптической зонах небесной сферы.

Мультиканальный телескоп (МКТ, бывший зонный астрограф Цейсса, $D = 160 \text{ mm}$, $F = 2046 \text{ mm}$) (рис. 7). В 1999 году он был оснащен ПЗС камерой, а позже дооснащен еще двумя TV камерами для наблюдения быстро движущихся объектов. За последние годы (2002–2005) получено около 1000 наблюдений малых планет с целью уточнения их положений и определения масс.

Скоростной автоматический комплекс (САК, $D = 300 \text{ mm}$, $F = 1500 \text{ mm}$) (рис. 8). Его строительство было начато в НАО в 2000 году, а с 2004 года на нем ведутся регулярные наблюдения объектов ближнего космоса (геостационарные спутники, низкоорбитальные космические аппараты, космический мусор), что позволило выполнять задания в рамках Национальной космической программы Украины с целью контроля и анализа космической обстановки.

С 2002 года в НАО работает GPS станция, входящая в украинскую и международную сеть, и комплекс наклонного зондирования ионосферы с размещением данных в Интернет в реальном времени. В обсерватории создана локальная компьютерная сеть с доступом в Интернет. Научная библиотека содержит около 70 тысяч печатных единиц, в астрономическом музее экспонируется



Рис. 8. Скоростной автоматический комплекс

более 80 экспонатов, а в архиве сохраняются около 9 тысяч астронегативов.

Последнее десятилетие ознаменовалось повышением международной активности НАО. В 1992 году были подписаны договоры о научном и научно-техническом сотрудничестве с двумя обсерваториями КНР (в Шанхае и Шанси), в 1993 году – с Главной (Пулковской) астрономической обсерваторией РАН и Астрономической обсерваторией им. В.П. Энгельгардта Казанского государственного университета. В настоящее время обсерватория сотрудничает с восемью зарубежными астрономическими организациями и участвует в международных проектах. В 2003 году завершен совместный проект «Улучшение связи между радио и оптической системами координат» с участием обсерваторий Украины, России, Китая и Турции. А с 2006 года НАО включена в международный проект «Расширение сотрудничества в наземных астрономических исследованиях в странах Юго-Восточной Европы. Исследование переменных звезд и малых тел Солнечной системы» при финансовой поддержке UNESCO, в который входят 10 стран Юго-

Восточной Европы. НАО – коллективный член Украинской астрономической ассоциации (с 1991 года), Евроазиатского астрономического общества (с 1993 года), Европейского астрономического общества (с 1993 года) и Аэрокосмического общества Украины (с 2002 года). Шесть сотрудников обсерватории являются членами Международного астрономического союза (МАС).

Присвоение в 2001 году малой планете № 8141 имени NIKOLAEV в честь города Николаева и нашей обсерватории отражает многолетнюю, напряженную и бескорыстную работу николаевских астрономов, начиная с первого директора Карла Христофоровича Кнорре и заканчивая ныне здравствующими астрономами. А в 2003 году первооткрыватель малых планет из Крымской астрофизической обсерватории Н.С. Черных подарил обсерватории еще одну малую планету № 7976 PINIGIN, названную в честь нынешнего директора обсерватории.

В марте 2007 года Николаевская астрономическая обсерватория была включена в Предварительный список мирового наследия ЮНЕСКО (Tentative List) под номером 5116.

Астрономическая экспедиция Николаевского отделения Главной астрономической обсерватории на остров Западный Шпицберген

Проблема создания инерциальной небесной системы координат, в которой можно было бы изучать пространственно-временные свойства Галактики и видимой части Вселенной, особенности движения тел Солнечной системы и искусственных небесных тел, а также решать много задач из области геодезии, геодезии и других наук, всегда относилась к числу главных проблем астрономии. Во второй половине XX столетия международная небесная система координат фиксировалась на небесной сфере положениями и собственными движениями звезд из Четвертого фундаментального каталога (FK4), опубликованного в 1963 году немецкими астрономами в Гейдельберге. В то время FK4 был наилучшим каталогом. К сожалению, он все же имел ряд не-

достатков. Наиболее существенным из них была невысокая точность собственных движений звезд каталога. По данным [Lederle 1978], средние квадратичные ошибки прямых восхождений звезд северного полушария в 1975 году уже в три раза превышали аналогичные ошибки в момент средней эпохи создания каталога в 1935 году, а южных звезд – даже в 4 раза, достигая значений $\pm 0^s,012$, что для фундаментального каталога недопустимо много. Сложившееся положение с фундаментальным каталогом можно было улучшить только привлечением новых, более точных, определений положений звезд, и в первую очередь – положений звезд, наблюдаемых абсолютными методами.

В то время метод определений положений небесных радиоисточников из радиointерферометрических наблюдений со сверхдлинными базами находился еще в стадии доработки, а о наблюдениях в космосе только мечтали. Поэтому новые высокоточные определения положений звезд могли быть получены абсолютными методами преимущественно на меридианных инструментах. При этом, как это делалось и раньше, очень большое внимание уделялось проблеме освобождения наблюдений от ошибок и прежде всего от ошибок систематического характера. При определении абсолютных прямых восхождений небесных светил наибольшие опасения вызывал метод получения абсолютного азимута меридианного инструмента. Азимут вычислялся из наблюдений одной и той же звезды в двух кульминациях – верхней и нижней. Кульминации отстоят друг от друга на 12 часов, и в большинстве случаев одно наблюдение производилось в ночное время, а другое днем, то есть в условиях различных температур воздуха и потоков солнечных лучей. Поскольку строгий учет влияния переменных метеорологических факторов на инструмент являлся задачей достаточно сложной, то определение абсолютного азимута инструмента в средних широтах искажалось систематической ошибкой, изменяющейся в течение года по неизвестной закономерности.

Перечисленные трудности могут быть ослаблены или даже вовсе сняты, если организовать определения абсолютных прямых восхождений во время полярной ночи на географических широтах около $\pm 80^\circ$. На такой широте солнце не появляется над горизонтом около 4 месяцев подряд, и ме-

теорологические характеристики уже не изменяются с 24-часовым периодом. Поэтому в течение суток звезды всего неба наблюдаются при практически одинаковых метеоусловиях, что очень важно [Петров 1975; Petrov 1974; Петров 1981a; Пинигин 1978; Пинигин 1979; Багильдинский, Пинигин 1979; Gumerov, Pinigin 1997].

В 1972 году на 19-й астрономической конференции СССР в Москве Г.М. Петров предложил организовать абсолютные определения положений звезд в полярные ночи на архипелаге Шпицберген и на станции Мак-Мёрдо в Антарктиде. Предложение Г.М. Петрова получило поддержку конференции, и, неожиданно для самого автора, в план работы научных экспедиций Академии наук СССР на 1973 год была включена и экспедиция Пулковской обсерватории для определений абсолютных прямых восхождений звезд на Шпицбергене [Петров 1975; Петров, Пинигин 1978; Петров, Пинигин 2003].

Дирекция Пулковской обсерватории предложила выполнить эту экспедицию своему Николаевскому отделению (в настоящее время – Николаевская астрономическая обсерватория (НАО)), и Г.М. Петров, как автор инициативы, был назначен начальником экспедиции на остров Западный Шпицберген, где в то время работали два советских рудника: один в Баренцбурге, а другой в Пирамиде. Вся первая половина 1973 года ушла на подготовку проектно-сметной документации для сооружения астрономических павильонов, изыскание необходимых материально-технических и транспортных средств экспедиции и поиски подрядчика, готового выполнить строительство на Шпицбергене. Это было трудно, потому что планы работ на 1973 год для всех учреждений были утверждены еще в 1972 году и наша экспедиция для всех уже была внеплановой работой. С большим трудом удалось уговорить работников Министерства угольной промышленности СССР, которому принадлежали рудники в Баренцбурге и Пирамиде, взять ее на себя. Для выбора места под строительство жилья и астрономических павильонов в августе 1973 года в Баренцбург прибыли два сотрудника Николаевского отделения ГАО: старший научный сотрудник Г.М. Петров и старший лаборант А.П. Гресь. Здесь они узнали, что трест «Арктикуголь» сможет выполнить строи-

тельство только в окрестностях Баренцбурга. Баренцбург был в то время поселком советских шахтеров, в котором проживало около 1200 человек. Здесь же находилось и консульство СССР на Шпицбергене. В поселке был кинотеатр, бассейн для плавания, спортивные залы, вечерняя школа, бар и, естественно, очень хорошая баня. Все полярники получали двойные оклады и бесплатное питание. Поселок был хорошо обжит, и работать в нем было приятно.

Место для экспедиции было выбрано в 4 км к северу от Баренцбурга на сравнительно горизонтальной площадке с координатами $\varphi = +78^{\circ}06'$ и $\lambda = -14^{\circ}14'$ на высоте 100 м над уровнем моря. Активный слой почвы в этом месте составлял 1–1,5 м. Глубже этого слоя лежала вечная мерзлота, состоящая из замерзших слоев рваного гранита, в связи с чем было решено заложить фундаменты мир и пассажного инструмента на глубине 2,5 м. Из наблюдений Солнца Г.М. Петров зафиксировал положение меридиана и указал места строительства астрономического павильона и его мир. К счастью, начальником рудника «Баренцбург» был Иван Иванович Назаренко – близкий земляк Г.М. Петрова, он оказывал нам большую помощь. Он выделил 4 рабочих и мощный компрессор, с помощью которого, работая отбойными молотками, в вечной мерзлоте были пробиты три котлована для астрономического павильона и его мир.

Конец 1973 года и вся первая половина 1974 года ушли на работу по оснащению экспедиции всем необходимым. Николаевские инженеры В.М. Ивакин и М.И. Илькив выполнили очень большую работу по подготовке фотоэлектрического пассажного инструмента АПМ-10 ($D = 100$ mm, $F = 1000$ mm), хронографа, двух астрономических электронных часов и двух радиоприемников для регистрации сигналов международной службы времени. Эту часть работы они выполнили более чем на отлично. Перечисленный комплекс работал безукоризненно. Огромная работа была проделана и заместителем заведующего Николаевским отделением ГАО В.Н. Яни. Он достал через знакомых 4-колесный вагон, в который можно было погрузить все имущество экспедиции, два снегохода «Буран», в городе Рыбинске и доставил автомобиль УАЗ-469 в город Мурманск. В июле 1974 года все имущество экспедиции было погру-



Рис. 9. В.М. Ивакин и А.А. Аристархов едут в Баренцбург за продуктами



Рис. 10. Н.С. Калихевич с другом экспедиции по кличке Буран

жено в вагон и отправлено в Мурманск. Туда же выехали и члены экспедиции: Г.М. Петров – начальник, его заместитель В.М. Ивакин, старший научный сотрудник экспедиции Н.С. Калихевич

и старший техник А.А. Аристархов (рис. 9, 10). Погрузив свое имущество на теплоход «Обь», члены экспедиции по тихому морю прибыли в Баренцбург в 20 числа июля, где их уже ожидал А.П. Гресь, выехавший туда в июне для контроля за строительством.

По дороге на Шпицберген члены экспедиции познакомились с начальником Геологоразведывательной экспедиции на Шпицбергене В.Ф. Самойленко, в распоряжении которого была разнообразная техника (даже вертолеты). Геологи находились от нашей экспедиции на расстоянии всего лишь 700 м. Василий Федорович был высоко порядочным человеком и помогал нам, чем только мог. От него мы брали электричество, поддерживали телефонную связь, его люди привозили нам воду и так далее.

Строительство павильонов находилось еще в начальном состоянии (рис. 11), а два домика уже были готовы (рис. 12). В них было предусмотрено электроводяное отопление, что освобождало от хлопот с углем и обеспечивало чистоту в помещениях. Домики были доставлены из Баренцбурга тракторами. В каждом было по две комнатки. Одна комнатка предназначалась для повара, а три другие занимали остальные члены экспедиции. Домики и вагон со вспомогательным оборудованием были расположены в виде буквы «П», дверями к середине, а пространство между ними накрыто крышей. В результате между домами образовалась дополнительная комната размером 6 × 6 м, которая позволяла членам экспедиции общаться между собой, не выходя наружу. Эту дополнительную комнату мы выстроили своими силами. Необходимые бревна и доски брали на давно уже покинутой буровой вышке, которая находилась на расстоянии 300 м от нас, а рубероид и стекловату для утепления крыши и передней стенки предоставил директор рудника «Баренцбург» И.И. Назаренко. В пристроенной комнате был установлен дизельгенератор (на случай отключения электроэнергии), 1,5-кубовый бак для питьевой воды, привезенный из заброшенного советского рудника «Груммант». А.А. Аристархов выложил из кирпича камин, огонь которого согревал нас во время многодневных вьюг. В качестве дров для камин использовался крепезный лес, выброшенный на угольные терриконы. Члены экспедиции

сами построили гараж для автомобиля УАЗ-469 и двух снегоходов, а также два туалета.

С той поры прошло уже много лет, но мы с благодарностью вспоминаем благожелательность всех полярников, их готовность прийти на помощь и самоотверженность членов экспедиции, которые практически под непрерывным холодным дождем, делая перерыв только на обед и сон, выполняли работу, которая не входила в их обязанности.

В середине сентября в экспедицию прибыл пулковский астроном А.П. Челомбитько, ранее работавший в Николаеве и хорошо нам знакомый. А через пару дней приехали две лаборантки Николаевского отделения ГАО – Т.Г. Тинькова и Т.Я. Ивакина, жена В.М. Ивакина, а А.П. Гресь возвратился в Николаев. К большому сожалению, в октябре месяце заболел заместитель начальника экспедиции В.М. Ивакин, и его в сопровождении жены пришлось отправить домой. Это была большая потеря, поскольку вместо запланированных семерых участников в экспедиции осталось пятеро. Единственным утешением было то, что все работы по подготовке экспедиции к работе к тому времени уже были завершены.

Наступила полярная ночь, и мы приступили к регулярным наблюдениям. В программу наблюдений на Шпицбергене была включена 531 звезда фундаментального каталога FK4 в зоне склонений от $+10^\circ$ до $+80^\circ$ со звездными величинами не слабее $6^m,6$, что составляет 87% звезд FK4 в этой зоне. Все они содержались в трех рабочих списках, в каждом из которых звезды можно было наблюдать одну за другой без пропусков. Все три списка имели одни и те же группы часовых звезд, в среднем по три звезды в каждом часе прямого восхождения. Для определения абсолютного элемента ориентировки пассажного инструмента «п» в каждом часе прямого восхождения имелось по одной звезде в каждой десятиградусной зоне склонений, начиная от $+30^\circ$ через полюс мира до $+30^\circ$ в нижней кульминации. Все эти звезды наблюдались через 12 часов в противоположных кульминациях, что обеспечивало каждому часу наблюдений 10 абсолютных значений «п». Для сравнения с наблюдениями в Пулковке напомним, что одно абсолютное значение элемента ориентировки «п» в Пулковке получали за 24 часа.



Рис. 11. Гость просит сена и соли



Рис. 12. Жилой корпус экспедиции до пурги и после нее

Определение прямых восхождений производилось с помощью фотоэлектрического пассажного инструмента АПМ-10 ($D = 100 \text{ mm}$, $F = 1000 \text{ mm}$), оснащенного неподвижной визирной решеткой. Этот инструмент хорошо зарекомендовал себя в работе Николаевской службы времени, которая на протяжении многих лет считалась лучшей в



Рис. 13. Начальник экспедиции Г.М. Петров отвозит в Баренцбург олени рога – сувенирный подарок друзьям

составе службы времени СССР. Для исключения коллимационной ошибки горизонтальная ось инструмента перекладывалась на лагерах в средний момент прохождения звезды через центр визирной решетки. Наклонность горизонтальной оси инструмента определялась из отсчетов подвесного ампульного уровня в момент наблюдения каждой звезды. Азимут инструмента относительно мир определялся ежечасно из отсчетов северной и южной миры, которые отстояли от пассажного инструмента на расстоянии 64 м.

План наблюдений был рассчитан на три полярные ночи. В первую полярную в наблюдениях принимали участие три астронома: Н.С. Калихевич, Г.М. Петров и А.П. Челомбитко. Подменяя друг друга через каждые 8 ч, они старались получать непрерывные ряды наблюдений звезд максимальной возможной продолжительности. Контрольная обработка показала, что наблюдения имеют высокую точность.

Еще перед первыми снегопадами мы обложили жилой корпус ящиками и досками, и уже первая метель замела наше жилье по самую крышу. Под снегом было тепло. Температура воздуха поддерживалась близкой к 20°, пищи было вдоволь, и все мы были удовлетворены результатом своей работы. План наблюдений удалось выполнить на 150%.

В конце февраля над горизонтом появилось Солнце. Наблюдения звезд прекратились, и члены экспедиции приступили к консервации аппа-

ратуры (рис. 13). Свое дело мы сделали неплохо, оправдались все надежды, и никому в голову не приходило, что нас подстерегает страшное несчастье. А оно случилось.

В ночь с 8 на 9 марта 1975 года А.А. Аристархов и Н.С. Калихевич подъехали на снегоходе «Буран» слишком близко к берегу фиорда и упали на лед с высоты 8 м. Н.С. Калихевич погиб сразу, а А.А. Аристархов умер в больнице 9 марта. Мы похоронили их на кладбище баренцбургского рудника, а позже первым теплоходом перевезли тела в Николаев. Нет слов, которыми можно передать наше отчаяние и сожаления.

В конце мая Г.М. Петров и Т.Г. Тинькова приехали в Николаев, а А.П. Челомбитко остался в Баренцбурге для передачи дел составу экспедиции следующей полярной ночи. Через два дня после приезда в Николаев Г.М. Петрова забрала скорая медицинская помощь с острым приступом холецистита. Хирургическая операция по удалению желчного пузыря была не очень удачной. Нормально он себя почувствовал только в конце 1976 года и по этой причине не смог участвовать в наблюдениях второй и третьей полярной ночи.

Экспедиция для наблюдения во вторую полярную ночь 1975–1976 годов сразу же попала в очень трудное положение. Из запланированных семи участников экспедиции удалось оформить документы и приехать в Баренцбург только четверем (Э.М. Тильк – начальник экспедиции, В.Н. Пышненко, Л.Н. Плешивцев и В.И. Кияев – астроном Ленинградского государственного университета). Трех участников туда не пропустила Комиссия областного комитета КПСС по выездам советских граждан за границу. Спасла дело самоотверженность николаевского астронома В.Н. Пышненко и В.И. Кияева, которые вынуждены были наблюдать звезды непрерывно на протяжении 24 часов подряд. Это была крайне изнурительная работа, в которой им помогали инженеры Л.Н. Плешивцев и Э.М. Тильк.

В намного лучших условиях работали члены экспедиции в полярную ночь 1976–1977 годов. Под руководством научного сотрудника ГАО АН СССР Г.И. Пинигина (рис. 14) в наблюдениях принимали участие астроном из Пулковской обсерватории А.С. Павлов и николаевский астроном В.Н. Пышненко. Их работу поддерживали никола-

евские инженеры Ф.И. Бушуев, Л.Н. Плешивцев и Н.С. Орешенко (рис. 15). Этот состав экспедиции получил уникальный по длительности непрерывный ряд наблюдений звезд – 155 часов (6 суток и 11 часов). Распределение наблюдений по полярным ночам и наблюдателям приведено в табл. 1.

Таблица 1

Распределение наблюдений по ночам и наблюдателям

Первая полярная ночь	Н.С. Калихевич	2078	5086
	Г.М. Петров	1464	
	А.П. Челомбитько	1544	
Вторая полярная ночь	В.И. Кияев	1888	3825
	В.Н. Пышненко	1937	
Третья полярная ночь	А.С. Павлов	1596	4580
	Г.И. Пинигин	1517	
	В.Н. Пышненко	1467	
Всего			13 461

Прозрачность воздуха на Шпицбергене была хорошей. Примерно 25% наблюдательного времени была практически идеальная прозрачность, когда яркие звезды видны у самого горизонта. Определенные трудности в работе создавала повышенная влажность воздуха, из-за чего инструмент иногда покрывался ледяной коркой, которую приходилось растворять спиртом и просушивать феном. Средняя температура воздуха во время наблюдений в первую полярную ночь была минус 15,7°, во вторую – минус 21,2°, а в третью – минус 15,9°, то есть достигала значений обычных для широты Москвы, Ленинграда и др. [Петров, Пинигин 1978; Пинигин 1990]. Как и ожидалось, температура воздуха во время наблюдений звезд практически не зависела от часового угла Солнца, и ее среднее значение на интервале 24 часов прямого восхождения колебалось всего лишь с амплитудой $\pm 0,5^\circ$.

Отметим, что на астрономических обсерваториях на умеренных географических широтах время наблюдений 24-часового интервала прямых восхождений длилось ровно год, и температура воздуха здесь колеблется в пределах от плюс 30 до минус 30 °С с колебаниями внутри суток на 10–15 °С. К счастью, не подтвердились опасения некоторых коллег, считавших, что вечная мерзлота не обес-



Рис. 14. Наблюдения производит Г.И. Пинигин



Рис. 15. Состав III полярной экспедиции перед ее завершением

Слева направо: В.Н. Пышненко, Ф.И. Бушуев, Г.И. Пинигин, А.С. Павлов, Л.Н. Плешивцев, Н.С. Орешенко

печит должную устойчивость инструментальным фундаментам. Наши фундамента были выложены в котлованах глубиной 2,5 м. Фундамент под пассажный инструмент и линзы мир представлял собой блок размером 5,0×3,5×2,4 м из крупных бетонных плит. На нем поставлены два столба, каждый высотой 1,6 м, для объективов двух мир и центральный столб высотой 1,1 м для пассажного инструмента. Фундаменты мир из крупных бетонных плит имеют размеры 2,5×2,5×2,4 м. На них на бетонных столбах высотой по 1,6 м располагались закладные детали мир. Представление о характере и величине изменений наклонности инструментального столба в направлении первого вертикала

Таблица 2

Осредненные среднечасовые наклонности горизонтальной оси инструмента в $0^s,001$

0h	-136	6h	-88	12h	-55	18h	-66
1	-106	7	-89	13	-44	19	-70
2	-108	8	-84	14	-46	20	-69
3	-107	9	-68	15	-52	21	-70
4	-102	10	-70	16	-55	22	-68
5	-93	11	-70	17	-58	23	-75

Таблица 3

Отклонение горизонтальной оси инструмента от ее среднего значения в $0^s,001$

δ	Первая ночь			Вторая ночь		Третья ночь		
	Ка	Пе	Ч	Ки	Пы	Па	Пи	Пы
15°	-6	-5	-8	-15	-2	-2	+1	+2
25	-4	-4	-8	-11	-1	-2	+1	+2
35	-4	-3	-6	-1	-1	-1	+2	+3
45	-3	-4	-5	-7	-2	-1	+2	+2
55	-2	-4	-3	-6	+1	0	+3	+3
65	-1	-1	-1	-3	-1	-3	+1	+3
75	-1	0	0	-3	-2	-6	-4	-2
75sp	+1	+4	+5	+5	-3	+1	-1	-3
65sp	+1	+1	+1	+6	-1	+2	0	-1
55sp	+2	+2	+2	+5	-1	+1	0	-2
45sp	+2	+2	+4	+4	0	+2	0	-2
35sp	+5	+2	+3	+4	+2	+4	-1	0

Здесь δ – склонение звезды, Ка – Калихевич Н.С., Пе – Петров Г.М., Ч – Челомбитко А.П., Ки – Киев В.И., Пы – Пышненко В.Н., Па – Павлов А.С., Пи – Пинигин Г.И.

можно вычислить по измерениям наклонности горизонтальной оси, полученным во время обычных наблюдений, например 1 декабря 1976 года.

Средняя квадратическая ошибка значений наклонности в *табл. 2* оказалась равной $\pm 0^s,0027$.

Хорошей устойчивостью отличались и миры. По исследованиям Г.И. Пинигина, несмотря на то, что миры на Шпицбергене были сравнительно короткофокусными, угол между мирами от изменений температуры не зависел, а поступательное изменение величины этого угла имело величину $0^s,017$ в месяц. И средняя квадратичная ошибка одного определения азимута инструмента относительно одной миры, выведенная по внутренней

сходимости отдельных измерений, изменялась в пределах $\pm 0^s,006 \div \pm 0^s,010$ [Пинигин 1990].

Напомним еще раз, что на средних географических широтах при определениях прямых восхождений на меридианных инструментах наклонность горизонтальной оси определяют 3–4 раза для ряда наблюдений длительностью в 10 часов. А значение абсолютного азимута мир – один раз, в лучшем случае за 12 часов. Для наших же наблюдений на Шпицбергене каждый час получалось примерно 20 измерений наклонности и 10 значений величины «п» (аналог азимута). При этом, что крайне ценно, и наклонность, и элемент «п» мы получали при установках трубы инструмента на различные

Таблица 4

Изменения « n » в зависимости от склонений

	23–30°		30–40°		40–50°		50–60°		60–70°		70–80°	
	$\Delta\langle n \rangle$	N	$\Delta\langle n \rangle$	N	$\Delta\langle n \rangle$	N	$\Delta\langle n \rangle$	N	$\Delta\langle n \rangle$	N	$\Delta\langle n \rangle$	N
Первая ночь			+2	168	+6	178	-3	158	-2	186	-3	179
Вторая ночь			+10	141	+1	199	0	130	-1	130	0	92
Третья ночь	+8	193	+3	184	+2	194	0	153	+1	173	-2	167

склонения, что дало возможность получить данные о выкатывании на лагерах горизонтальной оси инструмента и учесть его при обработке.

Из табл. 3 видно, что смещения горизонтальной оси в вертикальной плоскости в первую полярную ночь у всех троих наблюдателей были практически одинаковыми. Во вторую ночь эти смещения у В.И. Кияева были примерно в 2 раза больше, чем в первую ночь, а у В.Н. Пышненко они практически себя не проявляли. В третью ночь смещения оси у всех троих наблюдателей были небольшими и у А.С. Павлова имели противоположный знак. Полученный результат свидетельствует о том, что положение горизонтальной оси инструмента на лагерах зависело от того, насколько тщательно наблюдатель обращался с инструментом.

Отметим, что в наблюдениях на Шпицбергене – особенно это относится к наблюдениям первых четырех астрономов – смещение горизонтальной оси в вертикальной плоскости происходили так, что поправки в момент прохождения через меридиан для всех звезд имели один и тот же знак и примерно одинаковую величину. Поэтому учет их или неучет не может повлиять на абсолютное значение элемента ориентировки « n ». Как уже говорилось, значение элемента ориентировки пассажного инструмента « n » определялось для каждой десятиградусной зоны отдельно. В табл. 4 приведены изменения « n » в зависимости от склонений в $0^s,001$ (Нуль-пункт в зоне от $+40^\circ$ до $+80^\circ$). Средние квадратичные ошибки табличных значений $\Delta\langle n \rangle$ равны $\pm 0^s,0015$.

Данные табл. 4 свидетельствуют о том, что в первую и вторую ночи наблюдения сопровождались малыми, но все же заметными выкатываниями горизонтальной оси инструмента на лагерах, величина которых была неодинаковой для разных склонений.

Подчеркнем, что на умеренных географических широтах обнаружить и учесть такие выкатывания было бы невозможно и результаты определений прямых восхождений были бы отягощены систематическими ошибками $\Delta\alpha_s$. Наши же наблюдения на Шпицбергене свободны и от систематических ошибок вида $\Delta\alpha_s$. Об этом свидетельствует исследование « n » в зависимости от прямого восхождения. Оказалось, что на интервале 24 часов прямого восхождения среднее значение « n » претерпевает колебания всего лишь на величину $\pm 0^s,001$.

Как и предполагалось, выравнивание прямых восхождений «часовых звезд» затруднений не встретило. В качестве «часовых» на Шпицбергене использовались 73 звезды из фундаментального каталога FK4, подобранные так, чтобы в каждом часе прямого восхождения было 3 звезды, среднее склонение которых было бы близким к $+30^\circ$. Выравнивание прямых восхождений этих звезд было выполнено двумя методами:

1) методом, которым до нас никто еще не имел возможности пользоваться (так как непрерывные ряды наблюдений продолжительностью 24 часа можно получать только в условиях полярной ночи). Таких рядов у нас было 23, и поправка прямого восхождения каждой отдельной звезды получалась из разности поправки часов по всем 73 звездам и каждой отдельно взятой;

2) классическим пулковским методом по разностям поправок часов двух соседних часовых групп. В этом случае использовался весь наблюдательный материал, в том числе и ряды наблюдений продолжительностью меньше 24 часов. Таких часовых разностей оказалось в среднем около 35.

Результаты, полученные этими двумя методами, практически совпадали, и в качестве окончательных значений поправок прямых восхождений часовых групп мы взяли простое среднее.

Таблица 5

Разности прямых восхождений часовых групп $\Delta\alpha$ в $0^s,001$

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

Систематические разности между полученными прямыми восхождениями «часовых» звезд и их значениями в каталоге FK4 приведены в *табл. 5*. Средние квадратические ошибки этих разностей достигали значения $\pm 0^s,002$.

Эти поправки были прибавлены к значениям прямых восхождений «часовых» звезд FK4, и с их помощью получены прямые восхождения 531 звезды.

В дальнейшем были исследованы систематические разности прямых восхождений, зависящие от порядка перекладки горизонтальной оси на лагерах – «West-East» или «East-West». Они были невелики, и, учитывая, что число наблюдений в порядке «West-East» отличалось от числа в порядке «East-West» всего лишь на 0,2%, мы решили пренебречь этой систематичностью, будучи уверенными, что на окончательных результатах это не скажется, а оценка точности наблюдений ухудится незначительно.

Систематических разностей, зависящих от кульминаций, в наблюдениях на Шпицбергене быть не должно, так как метод определения и учета элемента ориентировки инструмента «п» устранял эти разности полностью. Тем не менее в порядке контроля правильности обработки наблюдений соответствующие разности были вычислены для каждого наблюдателя отдельно. Как и ожидалось, эти разности достигали значения, равного одной миллисекунды, только в двух случаях, а во всех остальных они были равны нулю.

Обычно считают, что фотоэлектрический способ регистрации прохождений звезд через меридиан сильно ослабляет влияние наблюдателя на результаты наблюдений и личные ошибки наблюдателей становятся настолько малыми, что повлиять на результат они уже не смогут. Будучи не совсем уверенными в правильности второй части

этого предложения, мы решили определить эти ошибки. Оказалось, что это действительно так.

Итак, в наблюдениях на Шпицбергене систематические разности вышеперечисленных видов практически отсутствовали. Поэтому окончательные значения поправок прямых восхождений 531 звезды FK4 были получены путем осреднения всех отдельных значений без каких-либо исправлений [Калихевич и др. 1978; Калихевич и др. 1980; Петров 1981а]. После этого по внутренней сходимости были получены средние квадратические ошибки прямых восхождений отдельно для каждого наблюдателя и в среднем для всех наблюдателей. Средняя квадратическая погрешность ϵ определения прямого восхождения звезды из одного наблюдения хорошо представлялась формулой $\epsilon = \pm 0^s,0151 \text{ Sec} \delta \text{ Sec} Z$, где δ – склонение звезды, а Z – зенитное расстояние в меридиане. Средняя квадратическая погрешность коэффициента $0^s,0151$ оказалась равной $\pm 0^s,0004$. Поскольку каждая звезда наблюдалась на Шпицбергене в среднем по 25 раз, то средняя квадратическая ошибка каталожного места была равна $\pm 0^s,003 \text{ Sec} \delta \text{ Sec} Z$.

Полученный на Шпицбергене каталог абсолютных прямых восхождений 531 звезды, названный Nik (Spiz) 75 (Николаев – Шпицберген), был сравнен с фундаментальным каталогом FK4, а после появления в фундаментального каталога FK5 – еще и с этим каталогом. В *табл. 6, 7 и 8* приведены значения величин $\Delta\alpha_{\alpha} \cos \delta$, $\Delta\alpha_{\delta} \cos \delta$ и $\Delta\alpha_m \cos \delta$, взятые в смысле Nik–FK4 и FK5–FK4, где N – число звезд, а m – звездная величина звезды.

Из *табл. 6, 7, 8* видно, что разности между каталогами невелики, однако в разностях видна систематичность, свидетельствующая о наличии небольших, но все же заметных ошибок прямых восхождений FK4 по α , δ , и m .

Таблица 6

Значения величин $\Delta\alpha_{\cos\delta}$ в $0^s,001$, полученные осреднением по трехчасовым интервалам прямого восхождения α

α	Nik-FK4	N	FK5-FK4	α	Nik-FK4	N	FK5-FK4	α	Nik-FK4	N	FK5-FK4
0h	+3	65	-1	8h	+1	69	+1	16h	+2	71	+2
1	+1	71	-1	9	0	67	+1	17	+2	63	+1
2	0	73	-1	10	0	65	+1	18	+1	61	+1
3	-3	72	0	11	-1	58	0	19	-1	60	0
4	-2	70	0	12	0	56	0	20	-1	63	-1
5	-1	63	0	13	+1	65	+1	21	-2	68	-2
6	+1	65	+1	14	+3	72	+1	22	-1	64	-2
7	+2	62	+1	15	+2	74	+1	23	+1	66	-2

Таблица 7

Значения $\Delta\delta_{\cos\delta}$ в $0^s,001$

Зона склонений		Nik-FK4	N	FK5-FK4
+10°	+20°	-5	93	-4
20	30	-4	103	-4
30	40	+4	86	0
40	50	+2	88	0
50	60	+5	57	0
60	70	+6	56	+2
70	80	+5	48	+1

Таблица 8

Значения величин $\Delta\delta_{\cos\delta}$ в $0^s,001$

Звездная величина		Nik-FK4	N	FK5-FK4
0m-	2 m	-3	10	-4
2-	3	-1	30	-2
3-	4	-3	91	-1
4-	5	-1	152	0
5-	6	+1	206	0
6-	7	+3	42	+1

Подводя итоги, можно сказать, что все надежды на наблюдения в полярную ночь на высоких географических широтах оправдались полностью. Впервые были получены высокоточные абсолютные прямые восхождения звезд, практически сво-

бодные от систематических ошибок. Полученные данные были использованы при создании нового международного фундаментального каталога положений звезд FK5. Работа экспедиции на Шпицбергене была признана Астрономическим советом Академии наук СССР лучшей работой в области астрономии в СССР за 1977 год.

В заключение необходимо подчеркнуть следующее:

1. Нет сомнений, что в условиях полярной ночи существует реальная возможность получить наблюдения, свободные от систематических ошибок.

2. Случайные ошибки наблюдений могут быть тоже значительно уменьшены. Дело в том, что мы наблюдали на Шпицбергене на пассажном инструменте АПМ-10, который не обладает достаточной устойчивостью. Если бы на Шпицбергене, а еще лучше на Земле Франца-Иосифа, наблюдения производились на меридианных инструментах горизонтальных конструкций, оснащенных к тому же ПЗС камерами, то средняя квадратичная ошибка определения положения небесного объекта из одного наблюдения достигла бы примерно $\pm 0^s,003 (\pm 0'',05)$, и из 200 наблюдений каждой звезды, как это имело место в миссии HIPPARCOS, можно было бы получить точность $\pm 0'',003$, сравнимую с наблюдениями в космосе.

Наконец, мы хотим сказать, что Заполярье оставило у нас неизгладимые впечатления. Белое безмолвие, красоту лунной ночи и особенно полярных сияний, прозрачность и глубину звездного неба описать словами невозможно.