АРКТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГЛАВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

ЭКСПЕДИЦИЯ НА САМОЛЕТЕ «СССР Н-169» В РАЙОН «ПОЛЮСА НЕДОСТУПНОСТИ»

★

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

ИЗДАТЕЛЬСТВО ГЛАВСЕВМОРПУТИ
МОСКВА 1940 ЛЕНИНГРАД

ПРЕДИСЛОВИЕ

Обширные неисследованные пространства, расположенные вокруг Северного полюса, издавна привлекали к себе пытливый ум человека. Интерес исследователей к этой области земного шара особенно усилился после знаменитой экспедиции на „Фраме"—первой экспедиции, приподнявшей завесу над научными проблемами, которые таила в себе Центральная Арктика. Исследование большого „белого пятна" в Центральном Полярном бассейне стало, по выражению Ф. Нансена, „научной необходимостью". Один за другим стали выдвигаться различные способы изучения Центральной Арктики. Автором одного из наиболее замечательных проектов исследования околополюсных пространств, притом исследования стационарного характера, является Ф. Нансен, предложивший устроить на дрейфующих льдах Полярного бассейна при помощи дирижабля ряд научных баз. Осуществление этого смелого проекта оказалось, однако, не под силу капиталистическим странам, несмотря на огромный общепризнанный авторитет Ф. Нансена, со свойственным ему энтузиазмом ратовавшего за проведение этого мероприятия в жизнь.

После Великой Октябрьской социалистической революции, когда Советский Союз с невиданным дотоле размахом приступил к исследованию Арктики и вскоре занял неоспоримое первенство в этой области географической науки, перед советскими полярниками, естественно, стал вопрос об изучении Центральной Арктики, и проект Нансена не мог не привлечь их внимания. С необычайной четкостью они провели этот проект, казавшийся многим фантастическим, в жизнь, лишь несколько изменив технику его осуществления: для высадки научной станции на дрейфующий лед вместо дирижабля были применены самолеты. В мае 1937 года в центре Арктики возникла дрейфующая научно-исследовательская станция „Северный полюс", возглавлявшаяся И. Д. Папаниным.

Одним из организационных выводов, которые можно было сделать на основании замечательнейшей в истории исследования Арктики операции по устройству станции „Северный полюс", был следующий: при помощи самолетов можно в любом, заранее намеченном районе Центрального Полярного бассейна организовать временные научные станции и таким способом в короткий срок изучить весь этот бассейн. Метод „летающих лабораторий" открывал огромные возможности в исследовании Центральной Арктики. Однако, прежде чем приступить к применению этого способа в полном объеме, надо было организовать опытную экспедицию, главной целью которой прежде всего явилось бы испытание самого метода. За эту задачу взялся Арктический научно-исследовательский институт,

организовавший в марте 1941 года экспедицию в Центральную Арктику на самолете „СССР Н-169", который к северу от острова Врангеля, в районе так называемого „полюса относительной недоступности" [1], должен был совершить три посадки на дрейфующий лед с целью выполнения ряда научных работ.

Экспедиция эта, во главе которой стояли командир самолета И. И. Черевичный и руководитель научных работ Я. С. Либин, увенчалась полным успехом. Она не только доказала практическую осуществимость нового метода исследования Центрального Полярного бассейна, открыв тем самым новую страницу в исследовании Арктики, но и добыла исключительной ценности научный материал, относящийся к району, который до того не посещался человеком. Результатам научных работ экспедиции на „СССР Н-169" и посвящен настоящий том.

Все помещенные ниже статьи написаны участниками экспедиции на „СССР Н-169", за исключением статей, посвященных рассмотрению синоптических условий и описанию гидробиологических сборов. Результаты гравитационных наблюдений экспедиции будут опубликованы в другом месте.

Выдающийся интерес представляют гидрологические наблюдения экспедиции. Шесть измерений глубины моря, выполненных в районе „полюса относительной недоступности", опровергли представление об этом районе как о наиболее глубокой части Полярного бассейна, создавшееся на основании измеренной в свое время Г. Вилкинсом глубины 5 440 метров (эхолот) на 77°46′ с. ш. и 185° в. д. Максимальная глубина, измеренная здесь экспедицией на „СССР Н-169", составляет только 3 370 метров (проволока). Имеются все основания к тому, чтобы считать измеренную Вилкинсом глубину ошибочной.

По наблюдениям экспедиции на „СССР Н-169", в части Полярного бассейна, прилегающей к „полюсу относительной недоступности", имеются те же три основные водные массы, которые были отмечены в других районах Полярного бассейна экспедициями на „Фраме" и „Г. Седове" и станцией „Северный полюс": полярная (поверхностная), атлантическая (промежуточная) и глубинная. Сравнение наблюдений экспедиции на „СССР Н-169" с наблюдениями других экспедиций показывает, что в европейском секторе Полярного бассейна температура полярной воды понижается в направлении с запада на восток и вместе с тем увеличивается мощность этого слоя. Температура атлантической воды оказывается в районе работ „СССР Н-169" ниже, а температура глубинной воды — выше, чем в области дрейфа „Фрама" и „Г. Седова". Это, несомненно, является результатом перемешивания атлантической воды с подстилающей ее глубинной водой, непрерывно происходящего во время медленного передвижения атлантической воды из Гренландского моря в притихоокеанскую часть Полярного бассейна. Температура глубинной воды, как показали наблюдения экспедиции на „СССР Н-169", несколько повышается в придонном слое, что согласуется с результатами наблюдений „Фрама" и станции „Северный полюс".

Анализ дрейфа трех льдин, на которые самолет „СССР Н-169" совершил посадки, показал, что в районе „полюса относительной недоступности" существует то же направленное в сторону Гренландского моря постоянное поверхностное

[1] Понятие о „полюсе относительной недоступности" было введено В. Стефанссоном, который определяет положение этой точки: $\varphi = 83°50'$ и $\lambda = 200°$.

течение, которое было обнаружено экспедициями на „Фраме" и „Г. Седове". Определение элементов этого течения, выполненное на основании анализа дрейфа льдин по способу Нансена, дало направление 292° и скорость 1.4 мили в сутки, а метод Свердрупа (в данном случае более надежный) дал соответственно 259° и 0.5 мили в сутки. Показатели ветрового дрейфа льда, по наблюдениям экспедиции на „СССР Н-169", получились весьма близкими к определенным из анализа дрейфа „Мод", а именно: угол отклонения $\alpha = 31°$ („Мод" — 33°), ветровый коэфициент $\lambda \cdot 10^{-2} = 1.70$ („Мод" — 1.77).

Наблюдения экспедиции на „СССР Н-169" позволяют определить скорость постоянного течения в рассматриваемой части Полярного бассейна и с помощью других методов, давших в общем согласные результаты. Так, для глубины 25 метров непосредственные наблюдения с помощью вертушки Экмана-Мерца дали, при исключении ветрового и приливо-отливных течений, постоянное течение с направлением 273° и скоростью 2.3 мили в сутки, а динамическая обработка глубоководных наблюдений над температурой и соленостью воды дала направление 284° и скорость 1.8 мили в сутки. Бо́льшую скорость течения на глубине 25 метров по сравнению со скоростью поверхностного течения (определенной из анализа дрейфа льда) следует объяснить влиянием трения воды о лед.

Непосредственные измерения течений, выполненные экспедицией на „СССР Н-169", позволяют также иметь суждение об элементах приливо-отливных течений в районе „полюса относительной недоступности". Весьма интересным оказывается то обстоятельство, что скорость суточных приливо-отливных течений (максимум 6.3 сантиметра в секунду) в данной части Полярного бассейна больше, чем скорость полусуточных течений (максимум 4.0 сантиметра в секунду). Это находится в полном согласии с наблюдениями Ф. Нансена над приливо-отливными сжатиями льда в Полярном бассейне.

Большого внимания заслуживают также наблюдения над состоянием льда, выполненные экспедицией на „СССР Н-169" в районе „полюса относительной недоступности". Количество пакового льда по площади нигде не превышало 80%, причем пространства между паковыми льдами были заполнены не только льдом меньшего возраста, но местами и чистой водой. Особенно много разводий наблюдалось в районе третьей посадки самолета (80° с. ш., 190° в. д.), где чистая вода занимала около 10% видимого пространства моря. Относительно большая площадь чистой воды в районе „полюса относительной недоступности" есть, повидимому, феномен, связанный с потеплением Арктики, в свою очередь обусловленным усилением циркуляции воздушных и водных масс. При таком усилении льды должны двигаться из притихоокеанской и приаляскинской части Полярного бассейна в сторону Гренландского моря с увеличенной скоростью, в результате чего усиливается вынос пакового льда из этой части Полярного бассейна, что, в свою очередь, имеет следствием появление пространств относительно молодого льда и даже чистой воды. Анализ метеорологических наблюдений, выполненных во время дрейфа „Г. Седова" (1937—1940), в свое время позволил нам высказать предположение, что центр потепления Арктики находится в той части Полярного бассейна, где расположен „полюс относительной недоступности". Наблюдения экспедиции на „СССР Н-169" не противоречат этому выводу.

Метеорологические наблюдения, выполненные в местах посадок самолета „СССР Н-169", из-за их непродолжительности имеют только относительное значение. Тем не менее и они представляют интерес. Так, эти наблюдения указывают на чрезвычайную устойчивость в рассматриваемой части Полярного бассейна арктического антициклона в апреле. Вместе с тем сопоставление наблюдений в ледовых лагерях „СССР Н-169" с наблюдениями на острове Врангеля (для которого имеется многолетний ряд наблюдений) позволяет притти к заключению, что средняя многолетняя величина давления в центре арктического антициклона в апреле заметно больше, чем предполагалось до сих пор (по сравнению с картой изобар, составленной Ф. Бауром, по крайней мере на 5 мб). Интересно отметить относительно большую амплитуду суточного хода температуры воздуха в апреле, которая, по наблюдениям экспедиции на „СССР Н-169", составляет в районе „полюса относительной недоступности" около 5°. Как известно, в Полярном бассейне эта амплитуда достигает своего максимума именно в апреле.

Выполненные экспедицией на „СССР Н-169" актинометрические наблюдения показали, что в районе „полюса относительной недоступности" сумма полной радиации (прямой солнечной и рассеянной) в апреле весьма велика, что и следовало ожидать. Экспедиция на „СССР Н-169" впервые выполнила в Центральном Полярном бассейне наблюдения над проникновением радиации сквозь лед и снег.

Магнитные работы экспедиции заключались в абсолютных определениях склонения, горизонтальной составляющей и наклонения, а также в вариационных наблюдениях. Эти наблюдения совокупно с наблюдениями дрейфующей станции „Северный полюс" и экспедиции на „Г. Седове" дают довольно надежную основу для построения магнитных карт для Центрального Полярного бассейна. Магнитные наблюдения экспедиции на „СССР Н-169" подтверждают предложенную Б. П. Вейнбергом схему симметрии магнитного поля в северном полушарии и гипотезу о существовании второго магнитного полюса. Вариационные наблюдения экспедиции дают лишнее доказательство того, что в высоких широтах суточный ход магнитных элементов частично протекает по мировому времени.

Что касается гидробиологических сборов экспедиции на „СССР Н-169", то в настоящем томе дается лишь описание собранного экспедицией материала по зоопланктону. В. Г. Богоров предполагает дать обобщения и выводы в другом месте, на основании совокупного рассмотрения материалов, собранных в Полярном бассейне всеми советскими экспедициями.

Сделанный выше краткий обзор главнейших научных результатов, добытых экспедицией на „СССР Н-169", экспедицией опытной, со всей очевидностью показывает, что метод исследования Центрального Полярного бассейна при помощи посадок самолета на дрейфующий лед является наиболее эффективным способом изучения этого бассейна. Не подлежит сомнению, что в Советском Союзе этот метод найдет широкое применение и что именно с его помощью Центральная Арктика будет изучена в той степени, какой этого требуют интересы науки и практики.

В. Ю. Визе

ЭКСПЕДИЦИЯ НА САМОЛЕТЕ „СССР Н-169"

Я. С. Либин

Летом 1940 года Арктический институт направил руководству Главсевморпути докладную записку, в которой говорилось:

„Экспедиция „Северный полюс" и дрейф л/п „Г. Седов" дали исключительной ценности научный материал по району Центральной Арктики. Наличие этого материала дает исследователям возможность обоснования законов гидрологических и геофизических явлений, происходящих в исследованных районах.

Но наряду с этим в восточной части Центральной Арктики, к северо-востоку от Новосибирских островов, имеются еще громадные районы, где до сих пор никаких научно-исследовательских работ не проводилось, а значительные области к северу от острова Врангеля вообще не посещались человеком. От степени изученности этих областей в значительной мере зависит решение важных для трассы Северного морского пути практических вопросов, связанных с гидрологическим и геофизическим режимом Центральной Арктики.

Исходя из необходимости изучения необследованных областей Полярного бассейна, Арктический институт намечает в 1941 году, попутно с ледовой авиаразведкой, организовать научные работы на льду в районе, расположенном к северу от острова Врангеля.

Маршрут полета намечается от острова Врангеля до 81° с. ш. в пределах 170—180° з. д. с посадками на льду, каждая продолжительностью не менее трех суток. Пункты посадки и маршрут полетов к ним располагаются от 76 до 81° с. ш. так, чтобы по возможности получить картину гидрологического режима обследуемого участка Северного Ледовитого океана. Расстояние по намеченному маршруту до наиболее дальней точки посадки (81° с. ш.) составляет 1 150 километров.

Исходя из предполагаемых условий погоды в данном районе, время для полетов с посадками на льду намечено на конец марта—апрель—май.

Осуществление намеченного комплекса научно-исследовательских работ позволит иметь первое представление о гидрологических условиях, характере

погоды и ледовом режиме в данном районе; значительно уточнятся магнитные карты восточного сектора Арктики, а также будет получен ряд других ценных научных сведений по не изученному до сих пор району Арктики".

Далее в записке указывалось, что наряду с проведением высокоширотной ледовой разведки и научных работ в Центральном Полярном бассейне „задачей полета является *также выяснение возможности применения в будущем новых методов исследования высоких широт*", более активных, чем метод „несвободного дрейфа" по типу станции „Северный полюс" или „Фрама". Сущность предлагаемых новых методов заключалась в непосредственном использовании самолета как летающей базы научной экспедиции.

Для проверки на практике нового метода представлялось чрезвычайно целесообразным использовать самолет, выделенный для высокоширотной разведки состояния льдов. По плану ледовой разведки самолет должен был обследовать в марте состояние льдов в высоких широтах по маршруту остров Рудольфа — мыс Молотова — остров Котельный — остров Врангеля.

В начале мая высокоширотную разведку следовало повторить в обратном направлении. Таким образом, между полетом самолета в прямом и обратном направлении был интервал в 40—45 дней. Этот интервал решили использовать для полетов с острова Врангеля в глубь Центрального Полярного бассейна.

Чтобы как можно эффективнее использовать открывавшиеся возможности, было решено провести работы по широкой комплексной программе, включающей, кроме наблюдений над льдами, астрономические, гидрологические, метеорологические, магнитные, гравитационные, гидробиологические и актинометрические наблюдения.

Таким образом, первоначально намечавшийся разведывательный полет перерастал в подлинно научную высокоширотную воздушную экспедицию.

В августе 1940 года, заслушав сообщение П. П. Ширшова, коллегия Главсевморпути санкционировала предложение института.

СОСТАВ ЭКСПЕДИЦИИ. МАРШРУТЫ ПЕРЕЛЕТОВ. СИНОПТИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА

Состав экспедиции был утвержден руководством Главсевморпути в количестве 10 человек. Командиром самолета был назначен один из опытнейших полярных летчиков—И. И. Черевичный, вторым пилотом М. Н. Каминский, штурманом В. И. Аккуратов, бортмеханиками Д. П. Шекуров, В. П. Барукин, А. Я. Дурманенко, бортрадистом А. А. Макаров. В состав научной группы вошли Я. С. Либин, М. Е. Острекин, Н. Т. Черниговский. Все участники экспедиции имели большой стаж и опыт работы в Арктике.

В распоряжение экспедиции был выделен четырехмоторный самолет типа „Г-2" Управления полярной авиации—„СССР Н-169". На этом самолете в 1937 году Герой Советского Союза И. П. Мазурук летал на Северный полюс в составе воздушной экспедиции, высадившей на лед папанинскую четверку. По своему радиусу действия, грузовой вместимости и, главное, большой, уже не раз испытанной прочности всей конструкции, особенно шасси и лыж, самолет вполне подходил для выполнения намеченного задания. Аэронавига-

ционное и радиооборудование самолета также вполне соответствовало поставленной задаче.

Вылетев 5 марта из Москвы, экспедиция 20 марта достигла острова Врангеля, выполнив первую часть задания — мартовскую разведку состояния льдов в высоких широтах. Беспрерывные штормовые ветры задержали самолет на острове Врангеля до 2 апреля. В этот день, в 21 час по московскому времени, „СССР Н-169" вылетел в глубь Центрального Полярного бассейна.

Со 2 по 29 апреля с острова Врангеля были совершены три полета в глубь Центрального Полярного бассейна. Во время этих полетов самолет каждый раз совершал посадки на дрейфующие льды, где оставался на некоторое время для проведения научных работ. В общей сложности за указанный период экспедиция пробыла на дрейфующих льдах 15 дней. К выполнению последней части задания — майской разведки состояния льдов — экспедиция приступила 5 мая.

Обратный полет прошел в исключительно короткие сроки, и 11 мая самолет был уже в Москве.

В табл. 1 дается описание хода всего перелета по отдельным маршрутам.

В общей сложности экспедиция провела в воздухе 144 часа, покрыв за это время расстояние в 25 990 километров. Значительная часть этого пути проходила по местам, еще не посещавшимся человеком.

Синоптическая обстановка во время полетов в марте была весьма благоприятной. За исключением южной части Земли Франца-Иосифа и пути от острова Рудольфа до острова Шмидта, полет проходил в благоприятной обстановке, преимущественно при ясной, безоблачной погоде и отличной видимости.

В этих же условиях происходили апрельские полеты с острова Врангеля в глубь Центрального Полярного бассейна. В течение всего апреля в посещенной экспедицией части Центрального Полярного бассейна сохранялась область устойчивого высокого давления. Все три полета проходили при ясной погоде и отличной видимости. Некоторое исключение составил лишь небольшой отрезок маршрута к северу от 79° с. ш. во время третьего полета.

Майский полет в обратном направлении проходил далеко не в столь благоприятной обстановке. Необходимость вести наблюдения за льдами не позволяла летать над облаками. Поэтому значительную часть своего пути самолет шел на небольшой высоте под облаками, зачастую попадая в туман.

Необходимо отметить, что отдельные участки обратного пути были успешно преодолены в столь короткий срок лишь благодаря исключительному мастерству командира корабля И. И. Черевичного.

Во время каждой из посадок астроном-магнитолог экспедиции М. Е. Острекин не реже чем через 12 часов производил астрономические определения места.

Комплекс гидрологических работ, выполненных в каждом лагере гидрологами Я. С. Либиным и Н. Т. Черниговским (при помощи бортмехаников), состоял из промера глубин, взятия проб грунта, проведения глубоководных батометрических станций со взятием проб воды для анализа на соленость и содержание кислорода и, наконец, суточной серии наблюдений над течениями на различных горизонтах. Во время третьей посадки была также проведена суточная батометрическая станция. В обязанности гидрологов входили также лов планктона и взятие проб воды для гидробиологического анализа.

Командир самолета И. И. Черевичный

Начальник научной группы экспедиции Я. С. Либин

Штурман В. И. Аккуратов

Второй пилот М. Н. Каминский

Астроном-магнитолог М. Е. Острекин

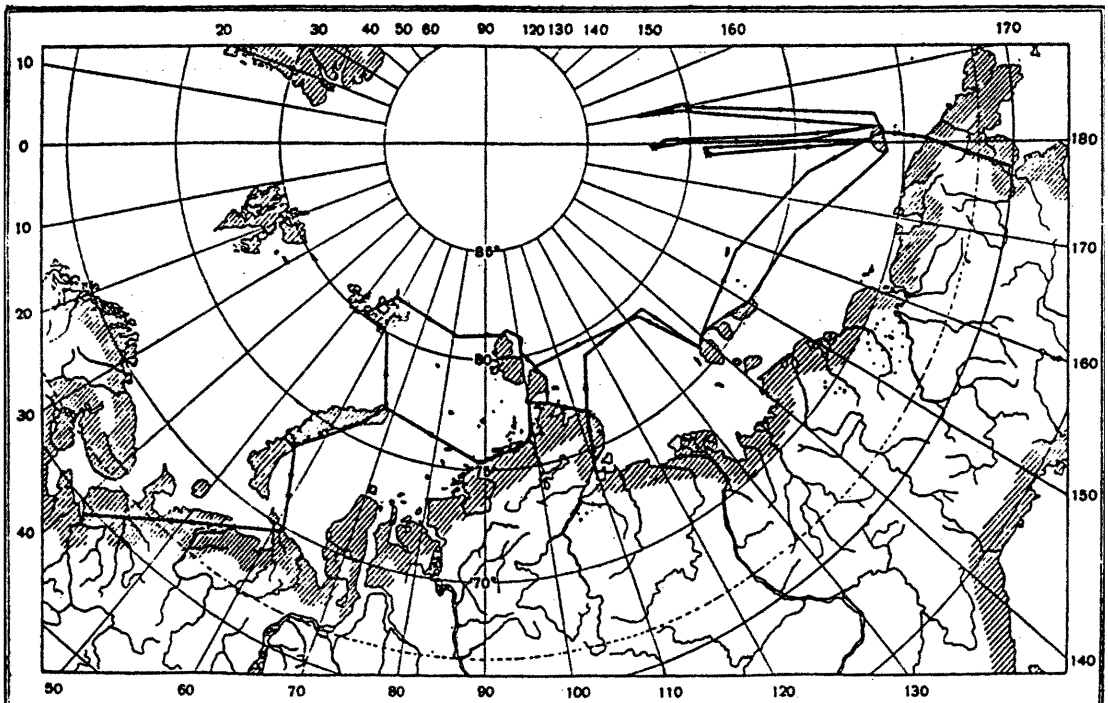
Гидролог экспедиции Н. Т. Черниговский

Старший бортмеханик Д. П. Шекуров

Второй бортмеханик В. П. Барукин

Третий бортмеханик А. Я. Дурманенко

Бортрадист А. А. Макаров



Маршруты полетов „СССР Н-169". Март—май 1941 года.

Таблица 1. Маршруты перелета самолета „СССР Н-169"

Дата	Начальное и конечное время маршрута [1]	Маршрут
		Мартовская ледовая разведка
5/III	10^h25^m—15^h50^m	Москва — Архангельск
6/III	07 35 —15 49	Архангельск — Амдерма — Усть-Кара
7/III	05 20 —10 40	Усть-Кара — мыс Желания
9/III	08 20 —12 40	Мыс Желания — о. Сальм — бухта Тихая — о. Рудольфа
14/III	04 30 —12 01	Остров Рудольфа—о. Шмидта—мыс Молотова—81°30′ с. ш., 101°25′ в. д. — мыс Челюскина
17/III	05 15 —09 20	Мыс Челюскина — о. Андрея — о. Петра — мыс Косистый
18/III	02 18 —09 38	Мыс Косистый — 77°02′ с. ш., 114°00′ в. д. — 79°00′ с. ш., 132°00′ в. д. — о. Котельный
20—21/III	22 55 —09 59	Остров Котельный—о. Бенистта—о. Жаннетты — мыс Эванс (о. Врангеля) — бухта Роджерс (о. Врангеля)
		Полеты в глубь Центрального Полярного бассейна
		Первый полет
2—3/IV	21^h00^m—03^h55^m	Остров Врангеля — 81°27′ с. ш., 181°15′ в. д.
7—8/IV	20 45 —06 51	81°42′ с. ш., 179°34′ в. д. — о. Врангеля — мыс Шмидта
		Второй полет
12/IV	19^h42^m—21^h10^m	Мыс Шмидта — о. Врангеля
13/IV	01 45 —07 35	Остров Врангеля — 78°31′ с. ш., 176°46′ в. д.
17/IV	00 45 —06 52	78°26′ с. ш., 176°00′ в. д.— о. Врангеля
		Третий полет
22—23/IV	19^h05^m—04^h05^m	Остров Врангеля — 79°56′ с. ш., 190°05′ в. д.
28—29/IV	23 45 —08 25	79°53′ с. ш., 190°00′ в. д.— о. Врангеля — мыс Шмидта
		Рейс в Анадырь
2/V	02^h10^m—05^h24^m	Мыс Шмидта — Перевальная — Анадырь
3/V	00 40 —03 50	Анадырь — мыс Шмидта
3/V	06 55 —08 26	Мыс Шмидта — о. Врангеля
		Майская ледовая разведка
5—6/V	19^h50^m—05^h22^m	Остров Врангеля — о. Котельный
6/V	07 45 —15 50	Остров Котельный — 79°10′ с. ш., 121°40′ в. д. — мыс Песчаный — мыс Челюскина — Усть-Таймыра
7/V	13 45 —18 50	Усть-Таймыра — мыс Стерлегова — мыс Желания
	19 00 —22 30	Мыс Желания — Маточкин Шар
8/V	03 50 —06 50	Маточкин Шар — Амдерма
9/V	09 55 —15 00	Амдерма — Архангельск
11/V	05 37 —12 05	Архангельск — Москва

[1] Время всюду московское.

Метеорологические наблюдения велись через каждые 3 часа штурманом В. И. Аккуратовым при участии Н. Т. Черниговского. Последним производились также наблюдения над суммарной и рассеянной радиацией и проникновением радиации сквозь снег и лед.

Магнитные и гравитационные наблюдения велись М. Е. Острекиным.

В течение всего полета над льдами велась непрерывная регистрация ледовой обстановки. При полетах по высокоширотным маршрутам с самолета сбрасывались буйки. Такие же буйки были оставлены на дрейфующем льду в местах всех трех посадок самолета.

ОБОРУДОВАНИЕ, СНАРЯЖЕНИЕ И УСЛОВИЯ РАБОТЫ ЭКСПЕДИЦИИ

Применительно к условиям полета экспедиция была обеспечена научными приборами и снаряжением по возможности облегченного веса и уменьшенных размеров. Естественно, что при этом был учтен опыт всех предшествовавших экспедиций.

Напомним, что наиболее громоздким и тяжелым оборудованием при подобных экспедициях является гидрологическое оборудование и что гидрологические работы требуют большой затраты физической силы. Папанинцы в своих записках неоднократно указывали, что подъем троса (с приборами) являлся самой трудоемкой частью работы. Много труда тратилось ими и на выдалбливание лунки. Гидрологические наблюдения папанинцев, как известно, затруднялись еще и тем, что приборы (батометры, вертушки), вынимавшиеся из воды при низких температурах, быстро обмерзали и требовали отогревания.

Устранение всех этих трудностей было одной из важнейших задач при подготовке экспедиции на „СССР Н-169". Для производства гидрологических работ в мастерской Арктического института была построена особого типа лебедка, вмещавшая до 7 000 метров стального троса толщиной 1.3 миллиметра. Эта лебедка была механизирована. Под барабаном ее на деревянном основании был установлен мотор В-3. Вал мотора через систему ременных передач соединялся со шкивом, насаженным на вал барабана с тросом. Это довольно простое приспособление, усовершенствованное затем бортмеханиками, сильно облегчило гидрологические работы и сэкономило немало времени.

Гидрологические работы облегчались также и тем, что лунки во льду не приходилось пробивать ручным способом. Сделав во льду узкую яму глубиной 60—70 сантиметров, в нее закладывали 2—3 килограмма аммонита, к которому подводился бикфордов шнур для взрыва. После взрыва получалась хорошая лунка диаметром 1.0—1.5 метра, весьма удобная для гидрологических работ.

Над этой лункой устанавливалась парусиновая палатка размером 3 × 4 метра, достаточно просторная для того, чтобы в ней можно было работать одновременно трем лицам. Беспрерывно горевшая самолетная подогревная лампа создавала в палатке довольно высокую температуру, доходившую до 20° у потолка, при температуре наружного воздуха —20 или даже —30°. Приборы не обмерзали и работали безотказно. На случай необходимости отогревания приборов в палатке имелась обычная паяльная лампа. Таким образом, работа

гидрологов экспедиции проходила в благоприятных условиях, что позволяло за сравнительно короткий срок пребывания на льду выполнить довольно обширную программу наблюдений. Весьма существенную помощь в гидрологических работах оказывали бортмеханики самолета Д. П. Шекуров, В. П. Барукин и А. Я. Дурманенко, поочередно помогавшие гидрологам.

Другие наблюдения, проводившиеся на льду, выполнялись в условиях, обычных для всякой полярной экспедиции. Астрономические и магнитные наблюдения велись на открытом воздухе, причем у прибора устанавливалась парусиновая защита от ветра. Гравиметрические наблюдения велись в легкой парусиновой палатке, не отепленной. Отсутствие помощника по астрономическим, магнитным и гравиметрическим наблюдениям создавало для астронома-магнитолога М. Е. Острекина напряженные условия работы.

Жилая палатка была сделана из легкой парусины, пропитанной водонепроницаемым составом. Эта палатка использовалась для очередного отдыха 3—4 человек одновременно; остальной состав обычно был занят на различных работах. Никакого обогрева этой палатки не было, спали в обычных меховых мешках.

Одежда всех участников была самая обычная для такого рода экспедиций: меховой костюм из легкого оленьего меха, пыжиковые шапки, унты из собачьей шкуры на толстой войлочной подошве. Все участники имели, кроме того, кожаные костюмы (куртки и брюки) и верхние полупальто на меху, а также тонкие шерстяные перчатки и меховые рукавицы.

Продовольствие состояло из обычного ассортимента, употребляемого на советских полярных станциях. Неприкосновенный запас, рассчитанный на три месяца, был подобран из наиболее питательных и концентрированных продуктов, как, например, шоколад, какао, икра и т. п.

Таким образом, никаких особых приготовлений в отношении снаряжения, одежды и продовольствия для данной экспедиции не было. Это и ставилось как одно из условий при организации экспедиции: провести ее подготовку наиболее быстро и просто, показав этим, что такого рода экспедиции могут широко практиковаться для целей изучения Центральной Арктики.

ОСНОВНЫЕ ИТОГИ ЭКСПЕДИЦИИ НА „СССР Н-169"

Экспедиция на самолете „СССР Н-169" не только доказала практическую осуществимость нового метода исследования Центральной Арктики, но и добыла ценные научные сведения о геофизическом и гидрологическом режиме района „полюса относительной недоступности".

1. Измерение глубин океана дало значительно меньшие величины, нежели до сих пор принималось на батиметрических картах, что указывает на ошибочность глубины, полученной Вилкинсом.

2. Обнаружен мощный слой атлантических вод и выявлена та же стратификация водных масс, что и дрейфующей станцией „Северный полюс" и экспедицией на „Г. Седове". Тем самым можно считать доказанным наличие атлантических вод во всем Полярном бассейне.

3. В обследованном районе существует постоянное течение к западу.

Работа закончена. Экспедиция перед отлетом с льдины № 3.

4. Паковый лед в районах севернее 78-й параллели составляет около 80% всей поверхности.

5. Подтверждено предположение В. Ю. Визе о наличии в районе „полюса недоступности" разреженных льдов. Между паковыми льдами обнаружены пространства, заполненные не только более молодым льдом, но и открытой водой.

6. Результаты метеорологических наблюдений свидетельствуют о чрезвычайной устойчивости арктического антициклона в апреле.

7. Магнитные наблюдения позволили уточнить магнитные карты Центральной Арктики и подтвердили гипотезу Б. П. Вейнберга о существовании второго магнитного полюса (полюс „Седова") и о наличии в северном полушарии симметрии магнитного поля.

8. Установлено, что район „полюса недоступности" в отношении животного мира не является необитаемым. В лагере № 2 появлялся медведь и были обнаружены следы песца.

9. На всем пути полетов „СССР Н-169" никакой земли не встречено.

Таковы основные итоги экспедиции. Наряду с этим значение экспедиции состоит в том, что она со всей очевидностью доказала, что новый метод изучения Центральной Арктики—метод „летающей лаборатории"—является очень эффективным.

Значение экспедиции на „СССР Н-169" состоит еще и в том, что она показала, что для людей сталинской эпохи, вооруженных советской техникой, достижимы любые „недоступные" районы.

Гордостью наполнялись наши сердца при виде государственного флага Советского Союза с портретом товарища Сталина, установленного на льду при посадках в районе „полюса относительной недоступности".

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПЫТА ЭКСПЕДИЦИИ НА САМОЛЕТЕ „СССР Н-169"

Метод исследования Центрального Полярного бассейна самолетами — „летающими лабораториями" — вполне себя оправдал.

Не отказываясь от изучения Центрального Полярного бассейна методом несвободного дрейфа (по типу станции „Северный полюс" или „Фрама"), следует основным методом будущих исследований Центрального Полярного бассейна считать метод, примененный экспедицией на самолете „СССР Н-169". Новый способ исследования Центральной Арктики является более активным в отношении выбора пунктов исследования, более простым в смысле подготовки и организации станции на дрейфующих льдах и, наконец, более дешевым.

Применять этот метод следует из года в год. При этом наряду с исследованием „белых пятен" необходимо проводить повторные работы в уже исследованных районах, установив для этого линии и точки стандартных разрезов. Используя же опыт работы самолета „СССР Н-169", можно в сравнительно короткий срок значительно расширить наши познания о Центральном Полярном бассейне.

При этом не следовало бы ограничиваться одним самолетом. Три или четыре самолета, выделенные для таких работ, базируясь в различных пунктах (остров Рудольфа, остров Котельный, остров Врангеля), могли бы в течение

марта – апреля совершить ряд посадок на дрейфующий лед, охватив исследованием значительно больший район, чем это удалось сделать экспедиции на самолете „СССР Н-169".

Не приходится сомневаться, что для советских полярников реализация такого плана – дело недалекого будущего.

ТАМ, ГДЕ НЕ СТУПАЛА НОГА ЧЕЛОВЕКА

И. И. Черевичный

Предстоит еще немало работы, чтобы полностью изучить пространства Полярного бассейна, уничтожить его „белые пятна". Применявшиеся до сих пор способы и средства для достижения и изучения их требовали длительной подготовки, были громоздки и отрывали участников экспедиции от обычной обстановки на продолжительное время, иногда до трех лет. Независимо от задачи экспедиции, научные работники вынуждены были проводить свою работу лишь там, куда нес их дрейф.

Изучив положительные и отрицательные стороны предыдущих экспедиций в Полярный бассейн, я пришел к мысли организовать на дрейфующем льду временные научные станции при помощи самолетов-лабораторий.

Такая мысль возникала и до меня, но претворение ее в жизнь выпало на долю мне и моим товарищам по экспедиции на самолете „СССР Н-169" в район „полюса недоступности". Впервые мысль об этой экспедиции зародилась у меня летом 1939 года, когда я летал на ледовой разведке в море Лаптевых. В качестве первого шага к осуществлению экспедиции я решил тогда совершить полет как можно дальше в глубь Полярного бассейна и добытыми результатами доказать возможность реализации зародившейся идеи.

Получив очередное задание на ледовую разведку, самолет „Н-275" (состав экипажа: И. И. Черевичный, штурман В. И. Аккуратов, радист А. А. Макаров, бортмеханики В. И. Чечин и В. Д. Терентьев, второй пилот А. Хлебутин) в июне 1939 года вылетел из авиапорта Булун. Воспользовавшись отличной погодой, мы изменили заданный маршрут полета, пролетели над островом Генриетты и, не меняя курса, продолжали полет на северо-восток. Достигнув 79° с. ш. и 166° в. д., мы легли курсом на юг и, выйдя на траверз острова Жаннетты, направились к последнему. За время этого полета мы обследовали большой участок почти не обследованного района, где обнаружили много льдин, пригодных для посадки тяжелого самолета.

Осенью того же года в Москве при консультации проф. Н. Н. Зубова были приготовлены карты, где часть „белого пятна" в восточном секторе Полярного

бассейна—место предполагаемых посадок — была изрезана линиями и покрыта кружками.

С этими картами и докладной запиской я, штурман В. И. Аккуратов и бортмеханик В. И. Чечин выехали в Ленинград, в Арктический институт, на совещание. В нем приняли участие директор института Е. К. Федоров, Я. С. Либин, проф. В. Ю. Визе и др. Идею одобрили, и был намечен срок реализации экспедиции—зима 1940 года. Однако, по непредвиденным обстоятельствам, зимой 1940 года экспедиция не состоялась.

Настало лето 1940 года. Опять я на ледовой разведке, и в голове те же мысли о будущей экспедиции. В один из солнечных июльских дней самолет „Н-275", видоизменив заданный маршрут ледовой разведки, взял курс с острова Беннетта на северо-восток, достигнув на этот раз 82° с. ш. и 170° в. д. Мы обнаружили, что хотя балльность льда, начиная с 81° с. ш., и уменьшается, доходя на 82° с. ш. до 7 баллов, все же даже в летнее время в этом районе имеется много паковых льдов, годных для посадки самолета.

Таким образом, полученные данные вновь подтвердили возможность осуществления экспедиции.

С осени 1940 года началась подготовка экспедиции, а в январе 1941 года Арктический институт, а затем и руководство Главного управления Северного морского пути утвердило окончательный ее план. Выделенный в распоряжение экспедиции самолет „СССР Н-169" обладал достаточной грузоподъемностью.

Нашей экспедиции предстояло лететь в район „полюса недоступности" и совершить там несколько посадок на дрейфующие льды. Научные сотрудники экспедиции, экипаж и сам самолет должны были представлять одно целое: самолет служит главной базой снабжения экспедиции, а часть экипажа ведет научные наблюдения и работу по хозяйственному обслуживанию экспедиции. Так, штурману В. И. Аккуратову поручалось выполнять функции метеоролога, бортмеханику—помогать гидрологу, второй пилот М. Н. Каминский должен был исполнять обязанности кока, а радист А. А. Макаров связывать нас с внешним миром.

Особенностью нашей экспедиции явилось то, что мы не располагали никакими сведениями о районе предполагаемых посадок. Два предыдущих полета на самолете „Н-275" мы совершили в смежный район, причем наблюдения вели только с воздуха.

В основном самолет „СССР Н-169" был приспособлен к перелетам вне авиабаз. Он являлся как бы нашим передвижным домом, располагавшим всеми удобствами, в том числе и кухней. Единственное, в чем мы зависели от материка,—был бензин и масло для авиамоторов.

Аэронавигационное оборудование экспедиции состояло из обычных отечественных приборов, позволявших совершать полеты в условиях любой погоды, днем и ночью. Кроме того, поскольку в районе предстоявших полетов от острова Врангеля в глубь Полярного бассейна земных ориентиров нет, а также отсутствуют данные о магнитном склонении, самолет, помимо обычных аэронавигационных приборов, был снабжен еще солнечным компасом. Наличие на борту самолета солнечного компаса и авиасекстана давало полную гарантию привести самолет в заданную точку.

Нам предстояло совершить несколько полетов с острова Врангеля в глубь Полярного бассейна, в район так называемого „полюса недоступности", и сделать там несколько посадок на дрейфующие льды для проведения научных наблюдений в течение нескольких суток.

Возник ряд вопросов. Какой ледяной массив мы встретим в тех районах, где нам нужно произвести посадки, и вообще, что мы встретим: лед или воду? Бесспорно, льда будет достаточно, но как с воздуха определить его прочность и состояние поверхности—трещины под снежным покровом, торосы и т. д.? А ведь наш самолет при посадке будет иметь полетный вес более двадцати тонн! Как поступить с моторами: выключать их на посадке или нет? Если при приземлении самолета с работающими моторами мы наскочим лыжей на скрытый снегом торос или попадем в трещину, может сломаться лыжа, а затем амортизационная стойка шасси, над которой в центроплане расположен бензиновый бак. Последняя его пробьет, польется бензин, и тогда неминуем пожар и возможна даже гибель самолета, а с ним—потеря всего нашего питания, снаряжения, оборудования и средств связи. Все как будто говорило за то, что моторы на посадке надо выключать. Но тогда может возникнуть другая опасность: если лед недостаточно прочен и в конце пробега самолет будет проваливаться, то мы, конечно, не успеем запустить выключенные моторы, из-за чего также может произойти гибель самолета.

Решение всех этих важных вопросов пришлось отложить до момента посадки.

Легче было ответить на вопрос, что мы будем делать, когда совершим посадку, конечно, благополучную. Прежде всего необходимо будет запустить моторы, если они были остановлены перед посадкой. С этой задачей справимся я и два бортмеханика. Радист остается на своем месте и держит связь с земными рациями. Один человек остается для связи внутри самолета. Остальные же пять участников экспедиции сразу по окончании пробега самолета выходят на лед, осматривают льдину в радиусе 300—400 метров и немедленно докладывают мне о результатах осмотра. После этого выбирается место стоянки, моторы останавливаются, и разбивается лагерь.

20 марта 1941 года мы закончили первую часть задания—ледовую разведку в высоких широтах от Земли Франца-Иосифа до острова Врангеля. На острове Врангеля нам пришлось в течение почти двух недель пережидать штормы. Я и мои товарищи были крайне удивлены такой погодой. В материалах метеорологических наблюдений за предыдущие годы мы подобного явления в это время года не обнаружили. Бывали пурги и штормовые ветры, но они обычно продолжались не более трех суток.

Долгожданная погода наступила так же неожиданно, как и шторм. Наш белоснежный аэродром посерел: песок смешался со снегом, но поверхность попрежнему была гладкой. Начались приготовления к вылету. 2 апреля в 21 час мы вышли на старт, и через 45 секунд самолет был в воздухе.

Ясная, безоблачная погода, видимость не ограничена. Наш курс проложен в район „полюса недоступности". Через 7 часов предстоит совершить посадку на дрейфующий лед. Но как долго тянутся эти часы!.. Вот уже 2 часа, как мы в воздухе. Под нами Северный Ледовитый океан. Однако океана мы не видим:

Командир самолета И. П. Черевичный и начальник научной группы экспедиции Я. С. Либин поздравляют друг друга с благополучной посадкой.

внизу, насколько может охватить глаз, находится ледяной массив, изрезанный разводьями—тонкими черными полосками различных форм и направлений.

В штурманской рубке В. И. Аккуратов и М. Е. Острекин с авиасекстанами охотятся за солнцем. Охотится за солнцем и М. Н. Каминский, стараясь удержать его в центре зеркала солнечного компаса. Я. С. Либин, несмотря на 30° мороза, сняв перчатку, записывает ледовую обстановку. Во всем чувствуется особое оживление, у всех жизнерадостные лица. Я тоже счастлив, но мой взор все чаще и чаще падает на приборную доску, в тот угол, где вмонтированы часы. Мне все кажется, что они замедлили ход, что они остановились, прошло уже так много времени, а часы показывают совсем мало, и хочется ускорить ход их стрелок. Но вот до конца полета осталось всего 2 часа. Опять всплыли нерешенные вопросы. Не ошибусь ли я в определении с воздуха годности льдины для посадки нашего перегруженного самолета? Как садиться—выключать моторы перед посадкой или нет?

Разрешать эти вопросы пришлось спустя 10—15 минут после того, как штурман В. И. Аккуратов объявил мне, что мы у цели.

Нужно садиться. Выбираю льдину, но все они кажутся неровными, изрезанными грядами торосов. С высоты 300 метров определить пригодность льдины для посадки самолета очень трудно, ибо на ней отсутствуют обычные предметы, к величине которых привык глаз. Поэтому даже с самой малой высоты трудно определить размер гряды торошения, не говоря уже о снежных наддувах и застругах. Здесь, однако, приходит на помощь солнце. При ясном солнечном свете все неровности льда, превышающие метр и, конечно, не слишком пологие, дают тень, так что, проходя над льдиной на малой высоте (бреющим полетом), отчетливо видишь неровности льда.

Наконец, я облюбовал одну из льдин и, сбросив дымовую шашку, чтобы определить направление ветра, осмотрел льдину на бреющем полете. Приказываю убрать антенну — сейчас будем садиться. Мельком оглядел своих друзей: на их лицах удовлетворение, но в то же время чувствуется, что все они, как и я, перед предстоящей посадкой несколько взволнованы. Убираю моторы, перетягиваю гряды торосов, держу машину на минимальной скорости на работающих моторах. Лыжи коснулись льдины, выключаю моторы аварийным контактом. Пробег идет нормально, включаю моторы. М. Н. Каминский показывает взглядом, что впереди неблагополучно, но я уже заметил большой ропак и отворачиваю. Машина остановилась, все в порядке. На душе по-особому тепло и радостно.

По принятому ранее плану, пять человек уже осматривают льдину. Как хочется первым стать на нее, но нельзя: я сойду с самолета лишь тогда, когда мне сообщат, что льдина надежна. Спустя 3 часа после посадки наша льдина выглядела полностью оборудованной. В районе „полюса недоступности", там, где еще не ступала нога человека, вырос лагерь десяти советских полярников. У главной жилой палатки реял стяг нашей великой родины с портретом товарища Сталина.

Первые два дня пребывания на льдине все внимание участников экспедиции было обращено на научные работы, но на третьи сутки нужно было подумать и о аэродроме. Подготовка его не потребовала от нас большого труда. Поверх-

ность льдины была относительно ровной, снег мягким, заструги и наддувы легко было снять лопатой. Поэтому полосу для взлета мы сумели подготовить, не прерывая научных работ. 7 апреля в 20 часов 45 минут мы покинули льдину. Сделав прощальный круг, самолет взял курс на остров Врангеля.

Два последних полета были аналогичны первому, с тем разве отличием, что к ним мы относились проще. Они уже казались обычными рейсовыми полетами в Арктике.

Второй полет в глубь Полярного бассейна мы совершили 12 апреля. Нам опять сопутствовала хорошая, безоблачная погода. В районе посадки мы встретили большие паковые поля, но садиться на них было невозможно, так как их поверхность представляла собой холмистое пространство, изрезанное множеством оврагов. Посадку пришлось произвести между паковыми полями на лед годовалого происхождения, почти чистый от снега. Поверхность льдины была очень жесткой, и на этот раз подготовка взлетной площадки заняла у нас много времени. Из-за опасности сжатия место стоянки самолета было выбрано по обочине пакового поля. В перерывах между работами мы осмотрели паковые поля, окружавшие лагерь. Они представляли собой многолетние нагромождения льда с замерзшими озерами пресной воды, очевидно образовавшимися от таяния снега летом.

Третий полет мы совершили 22 апреля. На острове Врангеля в 19 часов 05 минут при взлете погода была благоприятной, но на 76° с. ш. мы встретили низкую облачность и снегопад, а на отдельных участках—туман и морось. Такая погода нас сопровождала до 80° с. ш., что делало выбор льдины для посадки абсолютно невозможным. Поэтому мы решили лететь дальше на север, рассчитывая на улучшение погоды. Однако погода не улучшилась, и на 83° с. ш. пришлось повернуть обратно.

В 3 часа 40 минут 23 апреля мы вернулись к району, по намеченному плану для посадки. Видимость несколько улучшилась (до 2 километров), шел слабый снег. Мы летели на высоте 100 метров. Неожиданно встретили разрыв облачности. Проглянуло солнце, и мы ясно увидели, что ледяные поля, казавшиеся нам ранее гладкими, были сплошь покрыты торосами и большими застругами.

Постепенно разрывы облачности стали встречаться чаще, и, наконец, широкий разрыв позволил осмотреть пространство более 5 километров длиной. При этом была обнаружена подходящая для посадки льдина. Сбросив дымовые шашки и осмотрев льдину с малой высоты, мы спешно начали производить посадку, так как надвигалась снежная туча. Садились, соблюдая максимум осторожности. Машина коснулась льдины, но, пробежав 100 метров, подпрыгнула. Пришлось поддержать ее моторами. Вот она опять коснулась льдины и, сделав еще несколько прыжков, остановилась. После посадки обнаружилось, что одна лыжа дала трещину.

Третья льдина была немного хуже предыдущих—заструги и наддувы были большими и жесткими. Здесь пришлось много поработать, чтобы подготовить взлетную площадку. Мы вынуждены были перекопать площадь в 600 метров длиной и 20 метров шириной, руками переносить глыбы снега и разбивать их. Взлет по такой узкой дорожке представлял серьезные трудности.

29 апреля мы закончили программу научных работ и вернулись на остров Врангеля. На этом была закончена основная часть работы нашей экспедиции: полеты в глубь Полярного бассейна, в район „полюса недоступности", и выполнение там на дрейфующих льдах научных наблюдений.

Экспедиция на самолете „СССР Н-169" показала, что самолет—научная лаборатория полностью оправдал себя. Посредством такой подвижной лаборатории можно в короткий срок обследовать все имеющиеся „белые пятна" в Полярном бассейне, в особенности если эти обследования производить одновременно несколькими самолетами.

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Я. С. Либин

ПРОГРАММА, ПРИБОРЫ И ТЕХНИКА РАБОТ

Гидрологические работы экспедиции на самолете „СССР Н-169" являлись частью общего плана изучения гидрологического режима Центрального Полярного бассейна. Соответственно и программа гидрологических работ была разработана по уже твердо принятому в предшествовавших высокоширотных экспедициях стандарту, обеспечивающему получение сравнимых данных.

Программа работ включала: а) измерение морских глубин и взятие проб грунта; б) производство глубоководных наблюдений над температурой и течениями; в) взятие проб воды на соленость и содержание кислорода на различных горизонтах.

Наблюдения велись посменно Я. С. Либиным и Н. Т. Черниговским. В производстве гидрологических работ помогали бортмеханики Д. П. Шекуров, В. П. Барукин и А. Я. Дурманенко.

За время пребывания экспедиции на льдах Центрального Полярного бассейна гидрологическая группа провела следующие работы.

1. При дрейфе льдины № 1 с 3 по 7 апреля—две серийные глубоководные станции наблюдений над температурой с одновременным взятием проб воды на соленость и содержание кислорода и одна суточная станция наблюдений над течениями.

2. При дрейфе льдины № 2 с 13 по 16 апреля—одна серийная глубоководная станция наблюдений над температурой со взятием проб воды на соленость и содержание кислорода и одна суточная станция наблюдений над течениями.

3. При дрейфе льдины № 3 с 24 по 27 апреля—две серийные глубоководные станции наблюдений над температурой со взятием проб воды на соленость и содержание кислорода, одна суточная станция наблюдений над течениями и одна суточная станция наблюдений над температурой с одновременным взятием проб воды на соленость.

За все время работ экспедиции в районе „полюса недоступности" были проведены следующие работы: 6 промеров глубин со взятием проб грунта; 6 глубоководных гидрологических станций (в том числе одна суточная), при производстве которых было сделано 378 определений температуры воды и взято 197 проб воды для анализа на хлор и 19 проб воды для определения содержания кислорода; 3 суточные станции наблюдений над течениями, давшие 110 замеров течений. Кроме того, при каждой посадке самолета измерялась толщина льда и брались пробы льда для последующих определений солености.

Несколько неудачно получилось со взятием проб грунта. При первом же зондаже грунтовая трубка была утеряна из-за обрыва троса. Так как запасного прибора не было, пришлось ограничиться взятием проб грунта при помощи лота.

Список гидрологических станций экспедиции на „СССР Н-169"

List of Hydrological Stations of the USSR N-169 Expedition

Дата Date	№№ станций Station	Средние координаты Mean Coordinates	
		широта Latitude	долгота Longitude
3 — 4/IV	1	81°27'5	181°11'0
5 — 6/IV	2	81 32 4	180 02 0
6 — 7/IV	3	81 31 6	179 12 0
13 — 14/IV	4	78 28 0	176 44 5
15 — 16/IV	5	78 26 8	176 32 0
24 — 25/IV	6	79 53 5	190 10 0
25 — 26/IV	7	79 53 2	190 07 0
26 — 27/IV	8	79 54 0	190 04 0
29/IV	9	79 53 5	190 10 0

При производстве работ пользовались следующими приборами и оборудованием: вертушками Экмана-Мерца (3 шт.), батометрами типа Кнудсена (5 шт.), глубоководными термометрами (10 шт.), лебедками (3 шт.), грунтовой трубкой системы Арктического института (1 шт.), свинцовыми 12-килограммовыми лотами (2 шт.). Кроме этого, для производства химических анализов имелась походная лаборатория со всем необходимым оборудованием и химикалиями. При полетах в глубь Полярного бассейна химическую лабораторию оставляли на базе экспедиции (остров Врангеля), где и производились анализы проб воды.

Все приборы, за исключением двух лебедок[1], были стандартными, обычно употребляемыми при гидрологических работах в Арктике. Из двух лебедок, специально изготовленных для высокоширотной экспедиции в мастерских Арктического института, одна была рассчитана для работ на глубинах до 7 000 метров и снабжена тросом диаметром 1.3 миллиметра; вторая лебедка имела 1 500 метров 2.5-миллиметрового троса. Обе лебедки, изготовленные по типу лебедки, применявшейся станцией „Северный полюс", были достаточно удобны в работе, портативны (в перевозке они разбирались) и сравнительно не тяжелы — необходимое условие при воздушной экспедиции.

К большой лебедке для выбирания троса был приспособлен мотор В-3 мощностью в 3 HP. Приспособление мотора значительно облегчило обычно столь трудную работу по поднятию приборов с больших глубин.

Все приборы и оборудование упаковывались в легкие и достаточно прочные специальные ящики. Перед каждым полетом приборы тщательно проверялись. Общий вес научного гидрологического инвентаря при полетах в глубь Полярного бассейна не превышал 750 килограммов.

В каждом лагере был принят следующий порядок проведения работ. Сразу же после приземления самолета приступали к приготовлению лунки. С этой

[1] Третья лебедка была облегченная, типа Виттинга-Кузнецова, снабженная 100 метрами 3-миллиметрового троса; она применялась для работ с вертушками.

целью во льду пробивали узкое отверстие глубиною 60—70 сантиметров и закладывали в лунку заряд аммонита (2—3 килограмма). Сверху заряд засыпался мелкобитым льдом, после чего подрывался посредством поджигания шнура. Полученная в результате взрыва лунка вполне удовлетворяла условиям работ.

Этот способ, заимствованный у зимовщиков полярной станции острова Врангеля, может быть рекомендован и в дальнейшем взамен общепринятого выдалбливания пешнями лунок во льду, требующего много времени и сил. После очистки от льда над полученной лункой устанавливали лебедку и производили промер глубины (в дальнейшем повторявшийся, в зависимости от скорости дрейфа льдины, от одного до двух раз). Затем начинали глубоководную станцию (измерение температуры воды и взятие проб воды на соленость и содержание кислорода). По окончании глубоководной станции переходили к измерению направления и скорости течений.

После этого, если позволяло время, вновь повторялась глубоководная станция.

При производстве работ защитой от ветра и от холода служила обыкновенная палатка типа датской, которая обогревалась большой лампой, употребляющейся в полярной авиации для подогрева моторов. При этом, так как температура над самой водой всегда была около нуля, для быстрого оттаивания льда, образующегося на кранике батометра или счетчика вертушки, под рукой имелась горящая паяльная лампа.

Взятые пробы воды упаковывались в легкие утепленные ящики и доставлялись на остров Врангеля, где гидрологом экспедиции Н. Т. Черниговским в походной гидрохимической лаборатории производился их химический анализ.

Титрование проб воды для определения количества растворенного в ней кислорода производилось по методу Винклера, содержание хлора определялось по Мору. Обработка материалов гидрологических наблюдений экспедиции выполнена в Арктическом институте гидрологом Н. Т. Черниговским. В технической работе при этом принимали участие Е. Е. Волкова, Е. А. Синицына, Л. А. Иванова, Л. Е. Садовская, А. К. Медведьева и Т. Б. Цветкова.

ГЛУБИНА ОКЕАНА

Таблица 1. Список глубин, измеренных экспедицией на „СССР Н-169"

Table 1. List of Depths Measured by the USSR N-169 Expedition

Дата Date	Время наблюдения XII пояса Times of observation (18° mean time)	φ	λ	Глубина (в м) Depth (m)
4/IV	19h27	81°27'6	181°07'	2 657
6/IV	14 00	81 34 5	179 34	2 427
13/IV	22 20	78 29 0	176 45	1 856
23/IV	22 25	79 55 6	190 05	3 370
25/IV	5 42	79 53 0	190 11	3 301
28/IV	22 30	79 53 5	189 55	3 368

Измерения глубин океана производились с помощью лебедки Арктического института с автоматическим тормозом. Выключив стопор лебедки, давали тросу быстро, но равномерно вытравливаться, регулируя скорость ленточным тормозом. Когда груз (два свинцовых лота по 12 килограммов каждый) достигал дна, стопор автоматически останавливал движение барабана. Отсчитав показание счетчика, проверяли затем вручную, касается ли груз

Установка лебедки для гидрологических работ.

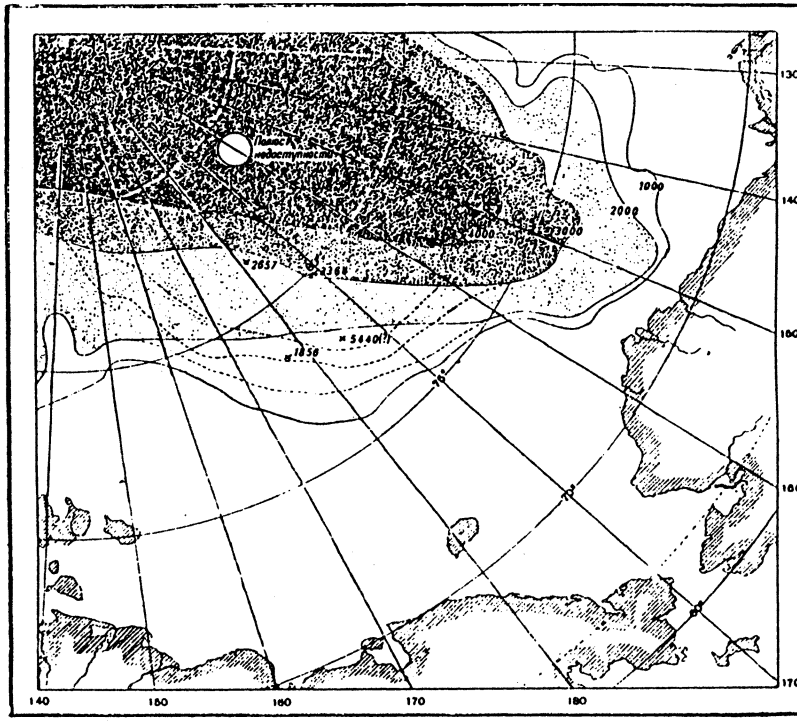


Рис. 1. Карта рельефа дна района работ экспедиции на самолете „СССР Н-169". Пунктиром показаны изобаты по прежним представлениям.

дна. Грунт, добытый при всех этих промерах, состоял из коричневого ила. Как видно из приведенного списка, максимальная глубина (3 370 метров), измеренная экспедицией на „СССР Н-169", значительно меньше максимальных глубин, обнаруженных в западных районах Центрального Полярного бассейна во время дрейфов „Г. Седова" (5 180 метров), станции „Северный полюс" (4 395 метров) и „Фрама" (3 850 метров). Это обстоятельство вносит существенное изменение в представление о батиметрии Центрального Полярного бассейна.

Как известно, район работ экспедиции на самолете „СССР Н-169" до получения вышеприведенных данных считался наиболее глубоководной частью Центрального Полярного бассейна. Основанием для этого послужил промер, произведенный в марте 1927 года американским полярным исследователем Г. Вилкинсом при посадке на лед в точке 77°46′ с. ш., 175° з. д. По данным Г. Вилкинса, глубина океана в месте его посадки равнялась 5 440 метрам и была наибольшей из всех известных в Северном Ледовитом океане. До экспедиции

на „СССР Н-169“ все батиметрические [illegible] Северного Ледовитого океана строились с учетом данных Г. Вилкинса. [illegible] промера Г. Вилкинса находится в непосредственной близости от мес[illegible] самолета „СССР Н-169“. Глубины, обнаруженные экспедицией на самолете „СССР Н-169“, располагались достаточно равномерно, не обнаруживая резких скачков. Это обстоятельство, а также метод и условия[1], в которых измерял глубины Г. Вилкинс, дают основание считать полученную им глубину ошибочной.

Данные экспедиции на „СССР Н-169“ позволили, таким образом, внести очень существенные изменения в батиметрическую карту Центрального Полярного бассейна (рис. 1).

ВОДНЫЕ МАССЫ

В табл. 2 приведены средние значения температур и соленостей по данным экспедиции на „Фраме“ (апрельских станций № 17, 18, 19), экспедиции на л/п „Г. Седов“ и всех глубоководных станций экспедиции на „СССР Н-169“.

Таблица 2. Средние температуры и солености Северного Ледовитого океана по данным экспедиций „СССР Н-169“, „Фрама“, „Г. Седова“

Table 2. Mean Temperatures and Salinities According to Data of the USSR N-169, Fram and G. Sedov

Глубина (в м) / Depth (m)	φ = 78°27′—81°32′N, λ = 176°32′—190°10′E „СССР Н-169“—USSR N-169		φ = 81°19′—85°29′N, λ = 125°—57°45′E „Фрам“—Fram		φ = 86°07′—86°23′N, λ = 81°47′—99°37′E „Г. Седов“—G. Sedov	
	T°	S‰	T°	S‰	T°	S‰
0	—	—	−0.87	21.08	—	—
0.5	−1.70	31.60	—	—	—	—
2	−1.66	29.92	—	—	−1.72	31.50
5	−1.65	30.45	−1.65	29.68	—	—
10	−1.66	30.48	−1.61	29.82	−1.72	31.66
20	−1.68	—	−1.62	30.28	—	—
25	−1.68	30.91	—	—	−1.74	31.53
30	−1.68	—	—	—	—	—
40	—	—	−1.72	33.25	—	—
50	−1.61	31.74	—	—	1.71	32.59
60	—	—	−1.76	33.60	—	—
75	−1.56	32.48	—	—	−1.62	33.84
80	−1.56	—	−1.74	33.92	—	—
100	−1.54	32.78	−1.68	34.01	−1.53	34.09
120	—	—	−1.43	34.23	—	—
140	—	—	−1.14	34.38	—	—
150	−1.31	34.03	—	—	−0.87	34.36
160	—	—	−0.68	34.61	—	—
180	—	—	−0.18	34.67	—	—
200	−1.05	34.48	0.18	34.79	−0.11	34.57
250	−0.36	34.62	0.55	34.97	0.53	34.74
275	−0.21	34.70	—	—	—	—
300	0.15	34.78	0.63	34.98	0.65	34.78
350	0.47	34.83	0.61	35.03	—	—
400	0.60	34.91	0.59	35.03	0.79	34.81
450	—	—	0.56	35.04	—	—
500	0.62	34.89	0.56	35.04	0.69	34.84
550	0.59	—	—	—	—	—
600	—	34.89	0.34	35.04	—	—
650	0.49	34.96	—	—	—	—
700	0.24	34.83	0.18	35.02	—	—
750	0.16	34.90	—	—	0.25	34.83
800	—	34.90	0.04	35.05	—	—
850	0.05	—	—	—	—	—
900	0.00	34.92	−0.05	35.02	—	—
1 000	−0.06	34.95	−0.20	35.06	−0.59	34.98
1 200	—	—	−0.37	35.07	—	—
1 250	−0.28	—	—	—	—	—
1 400	—	—	−0.50	35.05	—	—
1 500	−0.29	34.97	—	—	−0.59	34.90
1 600	—	—	−0.59	35.04	—	—
1 800	—	—	−0.69	35.08	—	—
2 000	−0.41	34.96	−0.77	35.07	−0.78	35.04
2 200	—	—	−0.80	35.10	—	—
2 400	—	—	−0.83	35.19	—	—
2 600	—	—	−0.83	[35.20]	—	—
2 800	—	—	−0.83	[35.15]	—	—
3 000	−0.31	34.96	−0.83	35.11	—	—
3 200	—	—	−0.76	—	—	—
3 350	—	34.99	—	—	—	—
3 400	—	—	−0.74	—	—	—
3 600	—	—	−0.71	—	—	—
3 800	—	—	−0.69	—	—	—

[1] Как известно, Вилкинс производил промер при помощи эхолота в условиях кратковременной посадки на лед.

Как видно из приведенных данных, стратиграфия водных масс в районе „полюса относительной недоступности“ не отличается от стратиграфии таковых в районах работ экспедиций „Фрама“, „Северный полюс“ и „Г. Седова“, укладываясь в установленную еще Ф. Нансеном схему: верхний слой — воды Ледовитого океана („полярные воды“); средний слой — воды атлантического происхождения; нижний слой — глубинные воды.

ВОДЫ ВЕРХНЕГО СЛОЯ

В районе работ экспедиции слой полярных вод с температурой ниже 0° и соленостью до 34.75‰ имел толщину от 250 до 295 метров; меньшая толщина этого слоя была отмечена во время работ на льдине № 1, на западной станции разреза (ст. № 3).

Если сравнить средние значения температуры воды по наблюдениям на „Фраме", „Г. Седове" и „СССР Н-169" (табл. 2), то мы заметим, что изотерма 0° проходит приблизительно на глубине 200 метров (по данным „Фрама" и „Г. Седова"); по наблюдениям станции „Северный полюс" нижняя граница полярных вод лежала на глубине 200—250 метров. Таким образом, в Полярном бассейне толщина слоя полярных вод увеличивается к востоку и северу. Сравнение средней температуры полярных вод указывает на тенденцию к повышению ее к западу. Средние солености полярных вод также увеличиваются к западу. Наиболее низкие температуры (—1°.6 — 1°.7) свойственны верхнему слою воды толщиною в 25—75 метров, причем наиболее мощным этот слой оказался в районе льдины № 2 (ст. № 4 и 5). Изотерма —1°.5 проходит на ст. № 3 (льдина № 1) на глубине 100 метров и опускается до 145 метров на восточных станциях разреза (льдина № 3, ст. № 6, 7, 9).

Заметное повышение температуры воды наблюдается с глубины 150 метров лишь на льдине № 3 (ст. № 6, 7, 9); температура воды увеличивается, начиная с 200 метров.

Изотерма 0°— нижняя граница слоя полярных вод — проходит на западных станциях на глубине 275 метров, спускаясь до глубины 295 метров на востоке рис. 3). Ниже 300 метров верхняя изотерма 0° в районе „полюса недоступности" не опускается.

Отмеченное Ф. Нансеном падение температуры верхнего стометрового слоя воды к западу подтверждается данными экспедиции на „СССР Н-169".

Однако сравнение средних температур всей толщи полярных вод указывает на тенденцию к повышению температуры воды верхнего стометрового слоя к западу (табл. 3). Нам представляется, что средняя температура всего

Таблица 3. Средние температуры полярных вод
Table 3. Mean Temperatures of Arctic Waters

	Льдина № 1 Floe № 1	Льдина № 2 Floe № 2	Льдина № 3 Floe № 3	„СССР Н-169" среднее USSR N-169 Mean	„Фрам" Fram	„Г. Седов" O. Sedov
$T°$	—1.35	—1.44	—1.46	—1.42	—1.34	—1.38

столба воды в этом слое является более показательной, чем температура воды между горизонтами 0—100 метров.

Если рассматривать средние значения солености воды только верхних 100 метров, то предположение Ф. Нансена об увеличении солености этого слоя к западу хорошо согласуется с результатами наших исследований. Еще более резко эта тенденция видна из сравнения средних значений солености всего потока полярных вод, приведенных в табл. 4.

Таблица 4. Средние значения солености полярных вод
Table 4. Mean Values of Salinity of Arctic Waters

	„СССР Н-169" USSR N-169	„Г. Седов" O. Sedov	„Фрам" Fram
S‰	32.02	33.02	32.95

Таблица 5. Температура верхнего 100-метрового слоя
Table 5. Temperature of Upper 100 meter Layer

	„СССР Н-169" USSR N-169	„Г. Седов" O. Sedov	„Фрам" Fram
$T°$	—1.63	—1.68	—1.68

Минимальные температуры наблюдались главным образом на глубине 25 метров.

Таблица 6. Минимальные температуры и значения солености слоя полярных вод
Table 6. Minimum Temperatures and Salinity of Arctic Water Layer

	№№ станций — Stations							
	1	2	3	4	5	6	7	9
$T°$	—1.63	—1.64	—1.62	—1.71	—1.76	—1.70	—1.71	—1.70
S‰	29.87	29.63	29.97	31.80	31.18	31.10	31.06	31.11
Глубина (в м) — Depth (m)	25	25	25	25	25	60	25	2

Абсолютный минимум, отмеченный нами в этом же слое (ст. № 5 —1°.76), соответствует минимальной температуре полярных вод в самой восточной точке дрейфа „Фрама". По данным Ф. Нансена, минимальные температуры в этом слое наблюдались на глубине 50—60 метров. Наблюдения „СССР Н-169" не обнаружили под верхним слоем полярных вод на глубине 50—100 метров более холодной прослойки, отмеченной Ф. Нансеном. Данные „Г. Седова" подтверждают наши результаты (табл. 7).

Таблица 7. Средняя температура полярных вод (верхних слоев)
Table 7. Mean Temperature of Arctic Waters (upper Layer)

Слой (в м) Layer (m)	Льдина № 1 Floe № 1	Льдина № 2 Floe № 2	Льдина № 3 Floe № 3	„СССР Н-169" среднее USSR N-169 Mean	„Седов" O. Sedov	„Фрам" Fram
0—25	—1°.62	—1°.71	—1°.68	—1°.67	—1°.73	—1°.63
50—100	—1 51	—1 64	—1 60	—1 59	—1 62	—1 72

Однако в области дрейфа станции „Северный полюс" холодная прослойка наблюдалась. П. П. Ширшов указывает, что минимальные температуры (до —1°.77) наблюдались в слое 50—75 метров. Нам кажется, что происхождение холодного слоя связано с компенсационными течениями, которые возникают на некоторой глубине и, по П. П. Ширшову, выражены наиболее отчетливо как раз на глубине 50—75 метров. Возникновение этих „обратных" течений П. П. Ширшов объясняет дрейфом льда, увлекающим воду поверхностного слоя из данного района, и замещением ее водой верхних слоев из других частей Северного Ледовитого океана.

Наши исследования показывают, что на глубинах свыше 50—75 метров температура и соленость полярных вод начинают заметно увеличиваться. Процесс вертикального перемешивания различных водных масс в Полярном бассейне

особенно отчетливо наблюдается в районе „полюса недоступности". Вторгшиеся севернее Шпицбергена в Северный Ледовитый океан воды атлантического происхождения на своем пути на восток перемешиваются с водами вышележащего слоя полярных вод. По данным „Фрама", перемешивание заметно в слое 100 — 150 метров; в районе „полюса относительной недоступности" толщина этого слоя достигает 225 метров.

Наблюдения на „СССР Н-169" указывают на небольшое понижение температуры и повышение солености в поверхностном слое (0.5—2.0 метров), что можно объяснить продолжавшимся в апреле процессом ледообразования.

Колебания температуры воды за сутки на глубинах 25—75 метров равнялись 0°.03 (ст. № 1—3), 0°.04 (ст. № 6—9) и 0.05—0°.06 (ст. № 4—5). На глубине 100 метров колебания температуры воды за сутки составляли 0°.04.

Колебания солености в течение суток на глубине 25 метров на гидрологических станциях № 1—5 не превышали 0.6‰ и составляли только 0.25‰ на восточных станциях (№ 6—9). На глубине 75 метров колебания за сутки равнялись 0.3‰ (ст. № 1—3, № 6—9) и 0.4‰ (ст. № 4—5), на глубине 100 метров—до 0.4‰.

Если сравнить средние значения солености по наблюдениям на трех льдинах, то оказывается, что наибольшие колебания наблюдались в верхнем слое (1—25 метров), где они достигали 1.8‰; на глубине 50 метров они составляли 0.9‰ и в слое 75—250 метров—от 0.1 до 0.4‰. Что касается колебаний температуры воды в течение суток, то они составляли в слое 0—100 метров в среднем 0°.1 и достигали 0°.3 на нижней границе полярных вод.

ВОДЫ АТЛАНТИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Наличие мощного потока вод атлантического происхождения, проникающих в Северном Ледовитом океане далеко на восток, было впервые установлено Ф. Нансеном во время его экспедиции на „Фраме". Со времен Ф. Нансена уточнение границ распространения слоя атлантических вод является одним из наиболее интересных и актуальных вопросов, который занимает исследователей Центрального Полярного бассейна. В последующем работами экспедиции „Северный полюс" было доказано распространение мощных масс атлантических вод на север от линии дрейфа „Фрама". Однако продолжало оставаться неизвестным, как далеко на восток распространяется слой воды атлантического происхождения.

Признаки наличия атлантической воды в районе севернее острова Врангеля были установлены в 1935 году Г. Е. Ратмановым (экспедиция на л/к „Красин"), а еще ранее—Х. Свердрупом, во время его экспедиции на „Мод" в 1922 году.

Анализируя температуру и соленость приведенных гидрологических разрезов, Г. Е. Ратманов пришел к предположению об атлантическом происхождении вод с повышенной соленостью и более высокими температурами. В своей статье в сборнике „Гидрологические работы ледокола „Красин" (1935) Г. Е. Ратманов писал:

„Повышение с глубиной температуры и солености заслуживает особого внимания—это сразу же говорит об ином происхождении вод, чем близлежащий арктический слой. Совершенно естественно возникает вопрос: не принадлежат ли теплые воды на глубине к ближайшему источнику потепления—Берингову морю".

Анализируя и отвергая такое предположение, Г. Е. Ратманов заключает:

„Остается предположить, что относительно теплый и соленый слой, обнаруженный нами ниже 125 метров, является попавшей сюда с запада и проделавшей весьма длительный путь водой Атлантики".

Однако самая северная гидрологическая станция л/к „Красин" была произведена лишь на 73°30′ с. ш. и 175°30′ з. д., где глубины в районе гидрологической станции немногим превышали 150 метров, а слой воды большой солености (34.38‰) и сравнительно высокие температуры (—0°.04) были обнаружены лишь у самого дна. Естественно, нельзя было вывод Г. Е. Ратманова и тем более Х. Свердрупа распространить на сколько-нибудь большой район к северу от острова Врангеля.

Таблица 8. Вертикальное распределение температуры на станциях „Красина" и „Мод"
Table 8. Vertical Distribution of Temperature Stations Krasin and Maud

„Красин", ст. № 54 Krasin, st. № 54 φ=73°00′ N; λ=175°30′ E		„Мод", ст. № 4 Maud, st. № 4 φ=73°01′ N; λ=175°10′ E	
Глубина (в м) Depth (m)	T°	Глубина (в м) Depth (m)	T°
0	0.9	0	—
5	1.15	5	—1.67
10	2.99	10	—1.69
15	2.48	20	—1.69
25	0.82	30	—1.70
36	—1.73	40	—1.68
50	—1.71	50	—1.68
75	—1.66	60	—1.73
100	—1.77	75	—1.69
125	—1.03	95	—1.55
140	—0.89		

Результаты экспедиции на „СССР Н-169" являются, таким образом, первым фактическим материалом, дающим представление о протяженности и мощности слоя атлантических вод в районе северо-восточной части Центральной Арктики. Толщина слоя атлантической воды в районе работ „СССР Н-169" колебалась от 525 до 625 метров.

Таблица 9. Толщина слоя атлантических вод
Table 9. Thickness of Atlantic Water Layer

	„Фрам" Fram	„Г. Седов" G. Sedov	„Северный полюс" The North Pole	„СССР Н-169" USSR N-169
Толщина слоя (в м)— Layer Thicknes (m).....	450—700	400—510	450—300	525—625

Средняя температура воды слоя атлантического происхождения в районе „полюса недоступности" несколько ниже, чем на западе. Такое явление вполне закономерно и объясняется потерей тепла при перемешиваниях со слоем поверхностных и подстилающих вод по мере продвижения атлантической воды на восток и на север.

Таблица 10. Средняя температура и соленость воды атлантического происхождения
Table 10. Mean Temperature and Salinity of the Water of Atlantic Origin

	Льдина № 1 Floe № 1	Льдина № 2 Floe № 2	Льдина № 3 Floe № 3	„СССР Н-169" среднее USRR N-169 Mean	„Фрам" Fram	„Г. Седов" G. Sedov
T°	+0.46	+0.31	+0.40	+0.39	+0.49	+0.60
S‰.....	34.83	34.86	31.80	34.83	35.02	34.82

Соленость воды атлантического слоя в районе „полюса недоступности" приблизительно такая же, как на западе. По П. П. Ширшову, соленость воды этого слоя в районе дрейфа станции „Северный полюс" равнялась 34.94—34.96‰. По наблюдениям „СССР Н-169", максимальные температуры встречаются на глубине 400—500 метров.

Таблица 11. Максимальные температуры и значения солености слоя воды атлантического происхождения

Table 11. Maximum Temperature and Salinity of the Water Layer of Atlantic Origin

	№№ станций—Stations					
	1	3	4	6	7	9
T°	0.60	0.66	0.57	0.69	0.72	0.70
S‰	34.96	34.85	34.92	34.90	34.97	—
Глубина (в м)—Depth (m)	400	400	400	500	500	500

По данным „Фрама", максимум температуры воды атлантического слоя на восточных станциях, равный 0°.8, наблюдался в слое 300—400 метров; во время дрейфа „Г. Седова" наибольшие температуры (0.8—0°.9) были отмечены на глубине 400 метров. На этой же глубине максимум температуры (0°.8) был отмечен станцией „Северный полюс".

В районе работ „СССР Н-169" верхняя изотерма +0°.5 проходит на глубине 350—380 метров, опускаясь к востоку. Нижняя изотерма +0°.5 лежит на глубине 530 метров на западе, опускаясь до глубины 565 метров на востоке. Таким образом, слой воды, ограниченный изотермами +0°.5, имел толщину в 180—185 метров.

Для сравнения приведем данные других экспедиций. В области дрейфа „Фрама" верхняя изотерма +0°.5 проходила на глубине 190—250 метров, по данным „Г. Седова"—на глубине 350—450 метров; соответственно нижняя изотерма +0°.5 достигала, по данным „Фрама", глубины 500—650 метров, по данным „Г. Седова"—750—800 метров. Таким образом, толщина слоя максимально нагретых атлантических вод, ограниченного изотермами +0°.5, равнялась, по наблюдениям „СССР Н-169", 180 метрам, по данным „Г. Седова"—300—400 метрам, по наблюдениям „Фрама"—300—450 метрам. Большей толщины этот слой, как и следовало ожидать, достигал на западе.

Вычисленные по данным различных экспедиций значения теплосодержания воды слоя атлантического происхождения дали хорошую сходимость: „СССР Н-169"—22.4 б. кал., „Фрам"—22.1 б. кал., „Г. Седов"—24.0 б. кал.

Колебания температуры воды в течение суток на глубине 300 метров достигали 0°.07, колебания солености—0.2‰. На глубине 500 метров колебания температуры в течение суток не превышали 0°.03, колебания солености 0.5‰.

Как видно из приведенных данных гидрологических разрезов, проведенных экспедицией на „СССР Н-169", сравнительно мощный слой атлантической воды характерен и для части Полярного бассейна, которая была посещена этой экспедицией.

Наличие этого столь сравнительно мощного слоя атлантических вод в районе, противоположном месту их проникновения в Центральный Полярный бассейн, и сопоставление данных о температуре и солености этих вод, полученных экспедицией на „СССР Н-169", с данными экспедиций „Фрама", „Северный полюс" и Г. Седова" дают основание для заключения о том, что *наличие мощного срединного слоя атлантической воды является характерной особенностью всего Северного Ледовитого океана.*

ГЛУБИННЫЕ ВОДЫ

Ниже глубины 1 000 метров в Полярном бассейне располагается слой холодных вод с соленостью около 35‰ и температурой ниже 0°.

Таблица 12. Средняя температура и соленость глубинных вод

Table 12. Mean Temperature and Salinity of the Deep Water

	Льдина № 1 Floe № 1	Льдина № 2 Floe № 2	Льдина № 3 Floe № 3	„СССР Н-169" среднее USSR N-169 Mean	„Г. Седов" G. Sedov	„Фрам" Fram
T°	0.33	—0.30	—0.23	—0.27	—0.64	—0.48
S‰	34.94	35.02	34.96	34.97	34.96	34.91

*Соленость глубинных вод, по наблюдениям „Фрама", принята по работе Ф. Нансена „Spitsbergen waters" [8] равной 34.90‰ с глубины 1 250 метров.

В районе работ экспедиции на „СССР Н-169" глубинные воды отличаются заметно более высокой температурой, чем на западе. Средняя соленость их, по определениям „СССР Н-169", „Г. Седова" и „Фрама", почти одинакова. Минимальная температура (—0°.46), отмеченная на станции № 1 на глубине 1 500 метров, значительно выше, чем минимумы, наблюденные на „Фраме" (—0°.83, 3 000 метров), станцией „Северный полюс" (—0°.86, 3 000 метров) и на „Г. Седове" (—0°.78, 2 000 метров). На глубине 3 000 метров „СССР Н-169" отмечено небольшое повышение температуры воды до —0.31°.

В придонном слое станций № 3 и 6 отмечено незначительное повышение солености до 34.99‰; на менее глубокой станции № 4, расположенной ближе к материковому шельфу, соленость придонных слоев была несколько больше и, начиная с глубины 1 250 метров, превышала 35‰.

Обнаруженная экспедицией на „СССР Н-169" в районе „полюса недоступности" более высокая температура глубинных вод, чем температура этих же вод в районах работ экспедиций „Фрама", „Г. Седова" и станции „Северный полюс", вновь придает актуальность вопросу происхождения глубинных вод. Ф. Нансен происхождение глубинных вод, заполняющих Центральный Полярный бассейн ниже границы слоя атлантической воды до дна, относил к водам, опускающимся из северной части Норвежского моря через так называемый „порог Нансена" (Nansen, „Problems of Polar Kistarch").

Воды эти Ф. Нансен в результате своих исследований на „Веслемё" считал пришедшими из Атлантики в район северной части Гренландского моря, к северу и северо-востоку от Ян-Майена, где они, охладившись в течение зимы

и весны, погружаются вниз. Х. Свердруп считал, что исследования „Наутилуса“ подтверждают выводы Ф. Нансена. Такой же точки зрения придерживаются участники экспедиции в Гренландское море на л/п „Садко“ (1935).

Сопоставляя данные Х. Свердрупа с данными гидрологических разрезов, произведенных в 1940 году гидрологической группой на л/к „Сталин“, П. П. Ширшов приходит к выводу, что „следует пересмотреть гипотезу Нансена о происхождении глубинных вод, заполняющих всю котловину центральной части Ледовитого океана, за счет поступления вод из Гренландского моря“.

Анализируя данные гидрологических разрезов, произведенных в 1940 году гидрологической группой на л/к „Сталин“, П. П. Ширшов приходит к выводу, что в районе так называемого „порога Нансена“ имеет место процесс взаимодействия глубинных вод Центрального Полярного бассейна с водами северной части Гренландского моря. Это вызывает пространственные колебания во времени двух взаимодействующих масс воды в этом районе.

П. П. Ширшов считает, что в рамки гипотезы Ф. Нансена не укладываются факты полной однозначности соленостей глубинных и атлантических вод и более высокие температуры глубинной арктической воды (—0°.8), чем температура воды, опускающейся в Гренландское море (—1°.3).

Температуры воды глубинного слоя, замеренные в районе работ экспедиции на „СССР Н-169“, подтверждают положения, развитые П. П. Ширшовым в его работе „Научные результаты дрейфа станции „Северный полюс“, где он рассматривает глубинные арктические воды как опустившиеся вниз вследствие увеличения плотности воды срединного слоя атлантического происхождения. Районом, где условия способствуют интенсивному охлаждению слоя атлантической воды, а тем самым увеличению его плотности и опусканию, по мнению П. П. Ширшова, является пространство континентального склона у берегов Америки и, в некоторой степени, континентальный склон у берегов Евразии.

Сопоставляя данные по температуре и мощности слоя атлантической воды различных высокоширотных экспедиций и данные по температуре глубинных вод, мы видим, что по мере продвижения на восток мощность слоя атлантической воды, как это указывалось, уменьшается как по своей толще, так и температуре при одновременном погружении горизонта максимальной температуры. Температуры же глубинных вод, соответственно, по мере удаления на восток от района работ „Веслемё“ возрастают (Гренландское море —0°.9, район Северного полюса —0°.8, „СССР Н-169“ —0°.4.)

Таким образом, на основании работ экспедиции на „СССР Н-169“ выводы П. П. Ширшова можно считать подтвержденными.

ЛЕДЯНОЙ ПОКРОВ

Состояние льда в посещенной экспедицией части Центрального Полярного бассейна представляется следующим.

При первом полете 2—3 апреля 1941 года паковые льды были замечены на широте 73°45′, южнее лед имел характер сильно торошенных полей недавнего или годовалого образования, изрезанных разводьями шириной до 50 и длиной до 500 метров. Характер торосов свидетельствовал о том, что торошения происходили в это

Паковый лед в районе льдины № 2.

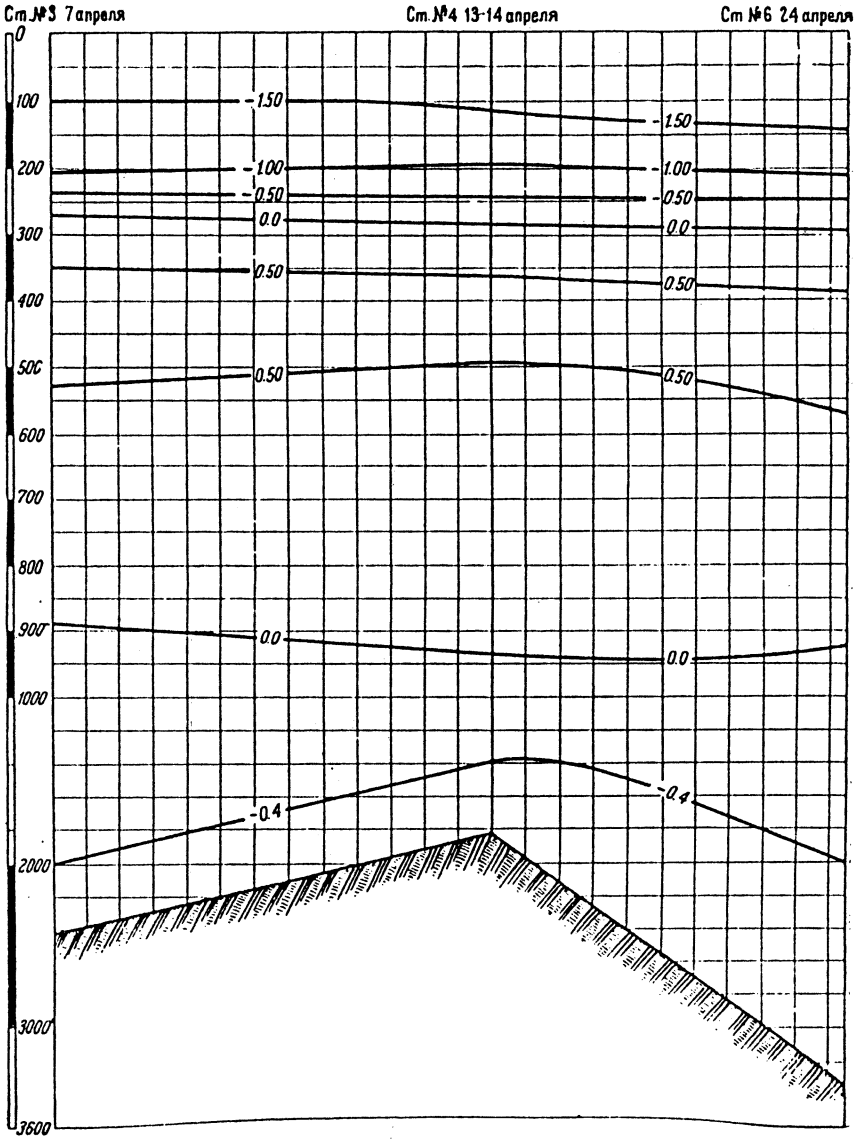


Рис. 2. Температурный разрез, выполненный экспедицией на самолете „СССР Н-169".
(Масштаб горизонтальный: в одном делении 20 миль.)

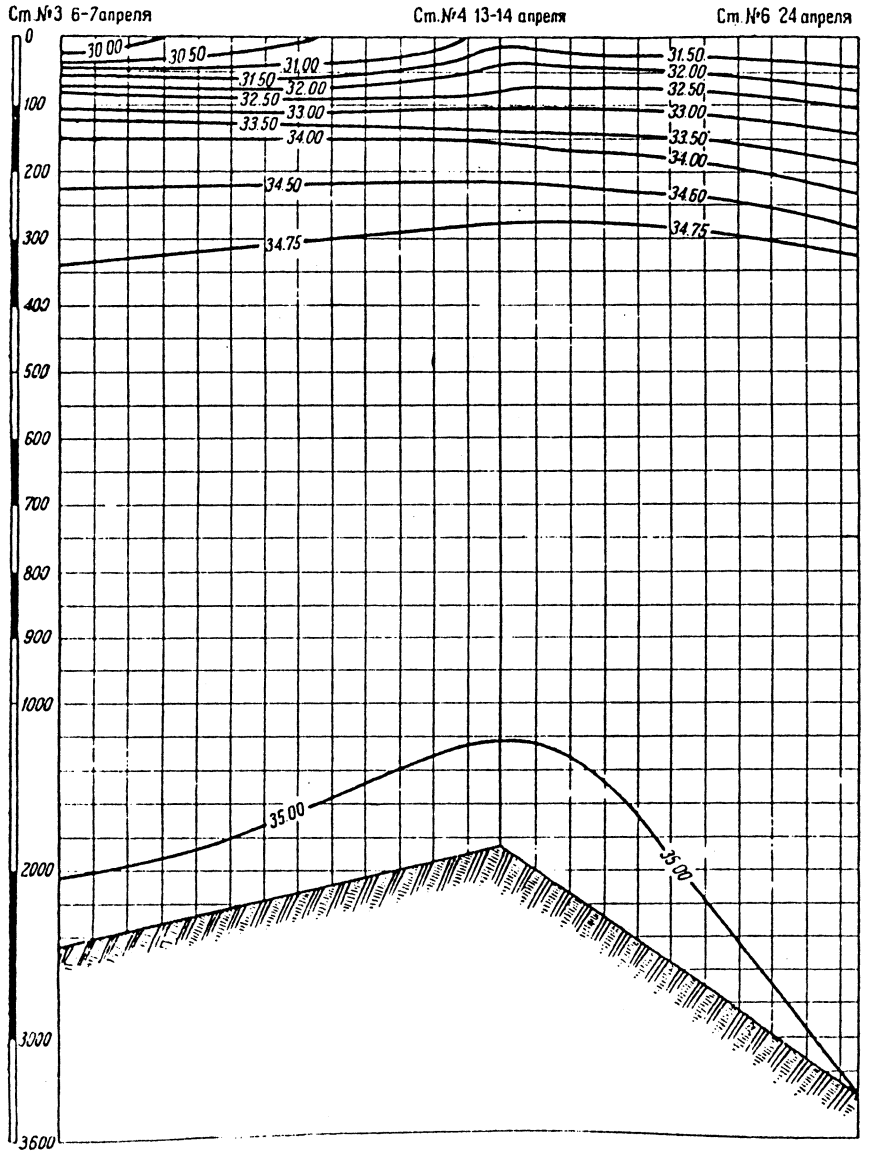


Рис. 3. Разрез солености, выполненный экспедицией на самолете „СССР Н-169".
(Масштаб горизонтальный: в одном делении 20 миль.)

время года часто. До 75°45′ паковые льды наблюдались в меньшем количестве, а преобладали однолетние поля. Дальше к северу количество пакового льда медленно возрастало. Так, в районе 76° с. ш. паковый лед составлял 70% от общей площади льда, и только на 78° с. ш. количество паковых льдов достигало приблизительно 80%. Севернее 78° количество пакового льда оставалось более или менее постоянным (80%). Находившиеся здесь большие паковые поля имели следы недавнего торошения; среди пака были видны поля однолетнего льда. Весь ледяной массив пересекался трещинами и разводьями. Ширина разводий между параллелями 80—81° иногда достигала нескольких миль, а в длину они уходили за пределы видимости. Разводья большею частью были вытянуты по направлению с запада на восток.

При обратном полете с места первой посадки (7—8 апреля) состояние льда несколько изменилось: уменьшилось количество разводий, ледяные поля носили следы недавнего торошения, сплоченность льда была 10 баллов. Количество пакового льда между 75° и 75°30′ составляло примерно 70% общей площади льда. Довольно резко выраженная граница пакового льда была замечена на широте 75° (~40%). Южнее количество пакового льда резко уменьшилось, и последние образования пака были встречены на широте 73°30′.

Второй полет (12 апреля) в глубь Центрального Полярного бассейна пролегал невдалеке от первого маршрута. До широты 77° существенных изменений в ледовой обстановке не произошло. Севернее состояние льда было несколько иным. Между 77° и 78°20′ с. ш. располагались многомильные торосистые поля, пересеченные большим количеством разводий шириной до 1 000 метров и длиной до 10—15 миль. Ледяные поля носили следы недавних сильных сжатий, иногда наблюдались многомильные валы торосов преобладающего направления с запада на восток. Севернее 78°20′ был встречен сплошной массив пакового льда, обширные поля которого отличались весьма неровной, холмистой поверхностью. Местами попадались однолетние ледяные поля. На одном из полей этого массива была выбрана посадочная площадка для второго лагеря „СССР Н-169" (78°30′ с. ш., 173°46′ в. д.).

На обратном пути существенные изменения в характере льда были обнаружены лишь в районе 77°20′—76°30′ с. ш., где за это время появилось большое количество разводий.

Во время третьего полета, проведенного 22—23 апреля, ледовая обстановка была в общем такая же, как и во время второго полета. Характерным являлось наличие среди пакового льда большого количества разводий, шедших в различных направлениях (78°20′ и 83° с. ш., 190° в. д.). Сплоченность льда в районе 81—82° составляла не более 9 баллов. Ледяные поля здесь были незначительных размеров, гряды торошения сравнительно невелики, на полях наблюдались снежные заструги, ориентированные по направлению с северо-востока на юго-запад.

Льдина № 1. Ровное ледяное поле размером 1 200 метров на 450 метров, возрастом около полутора лет. К югу и северу от льдины располагались поля с характерными для пакового льда холмами округлой формы. Толщина снежного покрова на льдине № 1 составляла в среднем 40 сантиметров; толщина льда равнялась 195 сантиметрам. Восточный край льдины имел следы старого торо-

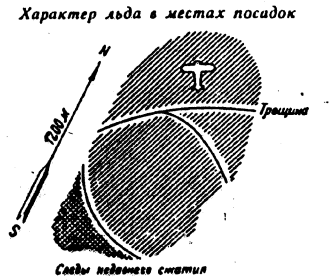


Рис. 4. Льдина № 1.

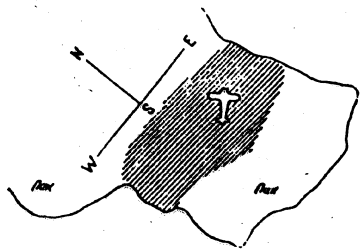


Рис. 5. Льдина № 2.

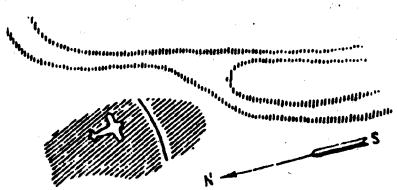


Рис. 6. Льдина № 3.

шения; к юго-юго-западу торосы были более молодыми. Поверхность льда была покрыта мягкими застругами.

Льдина № 2. Поле годовалого льда, расположенное между паковыми полями. На поверхности льда были очень жесткие снежные заструги. Высота снежного покрова равнялась 15—20 сантиметрам. Размеры поля достигали 1 200 метров на 400 метров. На соседних паковых полях имелись сглаженные округлой формы торосы. Толщина льда составляла 154 сантиметра.

Льдина № 3. Поле размером 2 километра на 2.5 километра. Возраст льда—полтора года. Высота снежного покрова на льдине колебалась от 25 до 35 сантиметров; снег плотный, много заструг. Толщина льда равнялась 2 метрам 10 сантиметрам.

Толщина льда измерялась обычной ледомерной рейкой. На льдине № 3 было взято несколько проб для определения солености льда. Она определялась титрованием и вычислена по хлору.

Таблица 13. Соленость морского льда

Table 13. Salinity of Sea-Ice

Слой (в см) Layer (cm)	Cl‰	S‰
0	0.09	0.19
20	0.10	0.21
40	0.14	0.28
60	0.24	0.46
80	0.47	0.88
100	053	0.99

ДРЕЙФ

Географическое положение льдины определялось по данным астрономических наблюдений, выполненных астрономом-магнитологом экспедиции М. Е. Острекиным.

Сведения о продолжительности, скорости и направлении дрейфа льдин подробно изложены в статье М. Е. Острекина, помещенной в этом же сборнике. Дальнейшая обработка данных о дрейфе была продолжена нами с целью определения показателей дрейфа „СССР Н-169".

За все время дрейфа „СССР Н-169" удалось выделить только один период с равнодействующей ветра, равной нулю (льдина № 3, с 12 часов 25 апреля по 16 часов 26 апреля). На основании наблюдений, выполненных в этот период, постоянное течение, определенное по методу Ф. Нансена, имело направление 292° и скорость 1.4 мили в сутки.

Мы обработали данные дрейфа „СССР Н-169" также по методу Х. Свердрупа. С этой целью для всех отрезков дрейфа между астрономическими обсервациями были определены: 1) средняя скорость результирующего ветра v в метрах в секунду; 2) средняя скорость результирующего дрейфа w (в сантиметрах в секунду); 3) величины $vw.\sin\alpha$ и $vw.\cos\alpha$. Полученные результаты были сгруппированы по четырем секторам (по направлению ветра[1]): 1) северная группа от северо-запада до северо-востока, 2) восточная группа от северо-востока до юго-востока, 3) южная группа от юго-востока до юго-запада и 4) западная группа от юго-запада до северо-запада.

Таблица 14. Показатели дрейфа по четырем секторам

Table 14. Drift Indexes in the four Sectors

Группа Group	Число периодов Number of periods	v	w	$vw\ \sin\alpha$	$vw\ \cos\alpha$
Северная — Northern	2	5.0	9.4	39.79	34.76
Восточная — Eastern	3	8.4	12.5	54.19	93.84
Южная — Southern	1	5.0	8.0	30.64	25.72
Западная — Western	0	—	—	—	—

Ветровый коэфициент обозначен через $\lambda \cdot 10^{-2}$. Средний угол между направлением дрейфа и направлением ветра определялся по формуле

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\Sigma vw \cdot \sin\alpha}{\Sigma vw \cdot \cos\alpha},$$

где α — угол отклонения дрейфа от ветра (истинный ветер +180°).

Ввиду небольшого отклонения дрейфа отдельных льдин по долготе результаты наблюдений не были приведены к определенному меридиану (хотя предполагалось вначале привести все данные к 180-му меридиану).

По данным табл. 15 была построена диаграмма по методу Х. Свердрупа, давшая постоянное течение; оно имело направление 259° и среднюю скорость 0.3 сантиметра в секунду.

Приведя эти данные к средней скорости ветра за весь период дрейфа (3.5 метра в секунду), мы получим скорость постоянного течения, равную 950 метрам в сутки. Исключив из равнодействующей дрейфа постоянное

[1] Принятый ветер — истинный ветер +180°.

Таблица 15. Результирующие данные по дрейфу всех трех льдин за период с 3 по 29 апреля 1941 года

Table 15. Resultant Data of Drift of Three Floes During the Period from 3rd to 29th of April, 1941

	N	E	S	Среднее Mean
vm (м/сек)	2.5	2.8	5.0	3.5
wm (см/сек)	4.7	4.3	8.0	
$\lambda \cdot 10^{-2}$	1.88	1.54	1.60	
$\alpha°m$	44	30	50	

течение как векторальную разность, получим, что чисто ветровой дрейф имел направление 292° и среднюю скорость 1.6 мили в сутки. Показатели чисто ветрового дрейфа будут $\alpha = +31°$; $\lambda \cdot 10^{-2} = 1.70$.

Таблица 16. Средние значения показателей дрейфа

Table 16. Mean Values of Drift Indexes

Экспедиции – Expeditions	α	$\lambda \cdot 10^{-2}$
„СССР Н-169" — USSR N-169	31	1.70
„Фрам" — Fram	28	1.82
„Мод" — Maud	33	1.77
„Г. Седов" [1] — G. Sedov	30	1.85

[1] Показатели дрейфа „Г. Седова" взяты из работы А. Н. Петриченко [3].

В зависимости от скорости одновременно действующего ветра скорость дрейфа льда составляла от 1.5 до 3% скорости ветра (табл. 17).

Таблица 17. Зависимость скорости дрейфа льда от скорости ветра

Table 17. Dependence of Ice Drift Velocity on Wind Velocity

	Ветер (в м/сек) – Wind (m/sec)						
	0–1	2	3	5	7	8	9–11
Дрейф льда (в м/сек) — Drift of ice (m/sec)	3	4	7	10	11	12	15
$\lambda \cdot 10^{-2}$	3.00	2.00	2.33	2.00	1.57	1.50	1.50

Зависимость скорости дрейфа льда от направления одновременно действующего ветра видна из табл. 18.

Наибольшие средние скорости дрейфа льда (свыше 10 сантиметров в секунду) наблюдались при ветрах с восточной и южной составляющими, при западных ветрах дрейф был наименьшим. Скорость дрейфа льда при восточных ветрах была в 4 раза большей, чем при западных.

Уменьшение скорости дрейфа льда при западных ветрах можно объяснить тормозящей силой постоянного течения, направленного на запад, и препятствием свободному дрейфу льда на востоке в виде берега Северной Америки.

Таблица 18. Зависимость скорости дрейфа льда от направления ветра

Table 18. Dependence of Ice Drift Velocity on Wind Direction

	Направление ветра — Wind Direction							
	Штиль Calm	N	NE	E	SE	S	W	NW
Средняя скорость дрейфа — Mean Drift Velocity								
в см/сек — cm/sec	4.0	5.6	11.7	13.1	9.5	11.2	3.0	3.5
в милях в сутки — miles per 24 hours	1.92	2.69	5.33	6.05	4.44	5.14	1.44	1.68

Буи экспедиции на „СССР Н-169". При авиаразведке экспедиция на самолете „СССР Н-169" сбросила на лед три группы деревянных буйков с вложенными в них записками. Три группы буйков (IV—VI) были оставлены также на льдах Центрального Полярного бассейна после окончания работ в каждом дрейфующем лагере.

Данные по выброшенным экспедицией на самолете „СССР Н-169" буям приведены в табл. 19.

Таблица 19. Буи, выброшенные экспедицией на „СССР Н-169"

Table 19. List of Buoys

Дата Date	φN	λE	№№ буйков Buoys Nos.	№ серии буйка Buoy Series
14/III	81°45′	87°00′	1411, 1420, 1431, 1419	I
18/III	79 00	121 38	1428, 1440, 1441, 1456, 1458	II
20/III	76 00	163 00	1418, 1425, 1430, 1434, 1457	III
7/IV	81 41	179 34	1412, 1413, 1416, 1421, 1447	IV
17/IV	78 26	175 54	1415, 1422, 1436, 1453, 1460	V
28/IV	79 54	189 57	1417, 1429, 1435, 1444	VI

Недавно было получено сообщение о том, что буи № 1440 и 1456, выброшенные при полете „СССР Н-169" по маршруту мыс Челюскина — остров Котельный, были найдены в Исландии: один в мае, другой в августе 1943 года.

ТЕЧЕНИЯ

Обработав динамическим методом данные гидрологического разреза, выполненного экспедицией на „СССР Н-169", мы получили результаты, которые

Таблица 20. Направление и скорость течений (по данным динамической обработки)

Table 20. Current Direction and Velocity obtained by Dinamic Analysis

Полярные воды Arctic Waters		Воды атлантического происхождения Atlantic Waters		Глубинные воды Deep Waters	
Глубина (в м) Depth (m)	Направление и скорость (в см/сек) Direction and Velocity (cm/sec)	Глубина (в м) Depth (m)	Направление и скорость (в см/сек) Direction and Velocity (cm/sec)	Глубина (в м) Depth (m)	Направление и скорость (в см/сек) Direction and Velocity (cm/sec)
25	284°; 3.8	300	81°; 2.1	1 000	287°; 1.5
100	283 2.7	500	88 2.1	1 500	308 0.8

следует рассматривать лишь как ориентировочные, ибо незначительное число станций, составляющих этот разрез и к тому же выполненных с промежутком в 25 дней, затрудняет использование полученных данных для построения динамической карты. При динамической обработке за нулевую была принята 2000-я изобата.

Поток полярных вод движется на запад со средней скоростью 3.2 сантиметра в секунду, или 1.5 мили в сутки. Течение в слое атлантического происхождения направлено на восток со скоростью 2.1 сантиметра в секунду, или 1 мили в сутки. По вычислениям Х. Свердрупа [10], скорость течения в атлантическом слое севернее Шпицбергена равняется 2 сантиметрам в секунду. Наконец, глубинные воды, двигаясь на запад, имеют скорость около 1.2 сантиметра в секунду, или 0.6 мили в сутки.

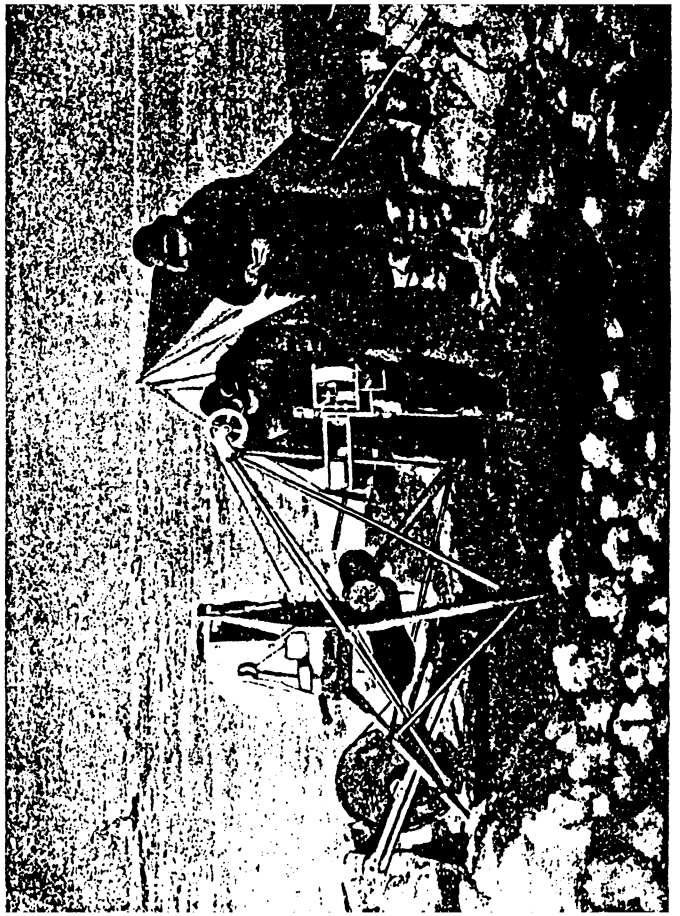
Суждение о режиме течений в районе „полюса недоступности" можно иметь также на основании непосредственных измерений направления и скорости течений, которые проводились вертушками типа Экмана-Мерца на суточных ст. № 2, 5 и 8. На всех трех станциях эти наблюдения выполнялись на глубинах 25 и 75 метров, а на ст. № 2 и 8—кроме того, на глубине 1 000 метров. На ст. № 2 (льдина № 1) таких измерений было произведено только три; на ст. № 8 (льдина № 3) эти измерения велись одновременно с наблюдениями в верхних горизонтах один раз в 2 часа. Наблюдения на льдине № 3 на глубине 1 000 метров показали полное отсутствие течений (сила течения оказалась слабее чувствительности вертушки: < 5 сантиметров в секунду), хотя прибор выдерживался на этой глубине от 21 минуты до 1 часа 16 минут. Таблицы направлений и скоростей суммарных (наблюденных) течений in extenso приведены в конце статьи.

При обработке течений по ежечасным данным, по методу Ф. Нансена, учитывался дрейф, определенный астрономическим путем.

1. СУММАРНЫЕ ТЕЧЕНИЯ

Льдина № 1. На глубине 25 метров наибольшая скорость наблюденного течения (по направлению 272°) достигала 37 сантиметров в секунду. Результирующая течения имела направление 244° и среднюю скорость 15.1 сантиметра в секунду, или 7 миль в сутки. Для сопоставления нами был вычислен дрейф за этот же период. Дрейф льдины был направлен по курсу 293° со средней скоростью 17 сантиметров в секунду, или 8 миль в сутки. На глубине 75 метров наибольшая скорость наблюденного течения (по направлению 266°) достигала 30 сантиметров в секунду. Направление результирующей течения было 244°, средняя скорость 10.2 сантиметра в секунду, или 4.7 мили в сутки.

Льдина № 2. На глубине 25 метров наибольшая скорость наблюденного течения (по направлению 316°) достигала 6.7 сантиметра в секунду. Направление результирующей течения было равно 335°, средняя скорость — 3.8 сантиметра в секунду, или 1.8 мили в сутки. Дрейф льдины был направлен по курсу 268° со средней скоростью 6.7 сантиметра в секунду, или 3.1 мили в сутки. На глубине 75 метров наибольшая скорость наблюденного течения (по направлению 309°) достигала 11.5 сантиметра в секунду. Результирующая течения имела



Измерение течений.

направление 302° и среднюю скорость 1.5 сантиметра в секунду, или 0.7 мили в сутки.

Льдина № 3. На глубине 25 метров наибольшая скорость наблюденного течения (по направлению 351°) достигала 9.9 сантиметра в секунду, или 4.5 мили в сутки. Результирующая течения имела направление 3° и среднюю скорость 4.2 сантиметра в секунду, или 2 мили в сутки. Дрейф льдины был направлен по курсу 230° со средней скоростью 1 сантиметр в секунду, или 0.5 мили в сутки. На глубине 75 метров наибольшая скорость наблюденного течения (по направлению 88°) достигала 8 сантиметров в секунду. Результирующая течения имела направление 352° и среднюю скорость 2.7 сантиметра в секунду, или 1.3 мили в сутки.

Если осереднить полученные результаты наблюдений на отдельных льдинах, оказывается, что суммарное течение на глубине 25 метров имело направление 264° и среднюю скорость 5.1 сантиметра в секунду, или 2.5 мили в сутки. На глубине 75 метров направление суммарного течения было равно 262°, а его средняя скорость — 3.6 сантиметра в секунду, или 1.7 мили в сутки. Соответственно дрейф льда за время наблюдений на трех суточных станциях течений имел направление 285° и среднюю скорость 9 сантиметров в секунду, или 4.2 мили в сутки.

Таким образом, вся масса полярных вод от поверхности до глубины 75 метров увлекается льдом в генеральном направлении на запад. Скорость течения на глубине 25 метров равняется 57% скорости дрейфа льда, уменьшаясь до 30% на глубине 75 метров. Угол отклонения суммарного течения от направления дрейфа равнялся на глубине 25 метров +21°, на глубине 75 метров +23° (вправо).

2. ПРИЛИВО-ОТЛИВНЫЕ ТЕЧЕНИЯ

Из полученных суммарных течений нами были выделены приливо-отливные течения. Обработка наблюдений велась по способу Арктического института — методом, предложенным И. В. Максимовым [2]. Направление и скорость (в сантиметрах в секунду) вычисленных периодических течений приведены в табл. 21—29.

Суточные приливо-отливные течения. Результаты обработки наблюдений на всех трех льдинах показывают, что средние максимальные значения суточных приливо-отливных течений невелики и составляют на глубине 25 метров 6.3 сантиметра в секунду, имея направление 50—230°. На глубине 75 метров средние максимальные значения достигали только 4.2 сантиметра в секунду, при направлении 105—285° (табл. 21—22).

Полусуточные приливо-отливные течения. Средняя максимальная скорость полусуточных приливо-отливных течений, по данным обработки наблюдений на всех трех льдинах, оказывается в районе „полюса недоступности" меньше скорости суточных течений и составляет на глубине 25 метров 4 сантиметра в секунду, при направлении 179—359°. На глубине 75 метров средняя наибольшая скорость полусуточных течений достигает 2.4 сантиметра в секунду, при направлении 60 — 240° (табл. 23—24).

Четвертьсуточные приливо-отливные течения. Скорость приливо-отливных течений с периодом в 6 часов на глубине 25 метров в среднем не превышала 4.1 сантиметра в секунду при направлении 77—257°. На глубине 75 метров средняя максимальная скорость течения равнялась 2.5 сантиметра в секунду при направлении 27—207° (табл. 25—26).

Таблица 21. Направление и скорость суточных приливо-отливных течений на глубине 25 м
Table 21. Direction and Velocity of Diurnal Tidal Currents at a Depth of 25 m

Часы — Hours	0	1	2	3	4	5
Льдина № 1 — Floe № 1	10°;11.2	18°;12.6	27°;13.4	36°;13.6	42°;13.1	51°;12.0
„ № 2 — „ № 2	101 4.6	100 5.9	98 6.8	98 7.2	97 7.1	96 6.5
„ № 3 — „ № 3	252 0.6	312 1.2	327 2.0	334 2.8	339 3.3	341 3.7
Среднее — Mean	29 3.8	36 4.9	42 5.8	47 6.2	50 6.2	54 6.0

Часы — Hours	6	7	8	9	10	11
Льдина № 1 — Floe № 1	61°;10.5	77°;8.7	100°;7.3	130°;6.9	156°;7.8	175°;9.4
„ № 2 — „ № 2	95 5.5	98 4.0	88 2.4	63 0.7	293 1.3	283 3.1
„ № 3 — „ № 3	345 3.8	347 3.7	350 3.4	354 2.7	3 2.0	15 1.1
Среднее — Mean	60 5.3	65 4.3	77 3.1	105 2.0	155 1.7	193 2.6

Часы — Hours	12	13	14	15	16	17
Льдина № 1 — Floe № 1	190°;11.2	198°;12.6	207°;13.4	216°;13.6	222°;13.1	231°;12.0
„ № 2 — „ № 2	281 4.6	280 5.9	278 6.8	278 7.2	277 7.1	276 6.5
„ № 3 — „ № 3	72 0.6	132 1.2	147 2.0	154 2.8	159 3.3	161 3.7
Среднее — Mean	209 3.8	216 4.9	222 5.8	227 6.2	230 6.3	234 6.0

Часы — Hours	18	19	20	21	22	23
Льдина № 1 — Floe № 1	241°;10.5	257°;8.7	280°;7.3	310°;6.9	336°;7.8	355°;9.4
„ № 2 — „ № 2	275 5.5	273 4.0	268 2.4	243 0.7	113 1.3	103 3.1
„ № 3 — „ № 3	165 3.8	167 3.7	170 3.4	174 2.7	183 2.0	195 1.1
Среднее — Mean	240 5.3	245 4.3	257 3.1	285 2.0	325 1.7	13 2.6

Примечание. Целые часы после кульминации луны на меридиане Гринича.
Note. Whole hours after Lunar Culmination at Greenwich Meridian.

Таблица 22. Направление и скорость суточных приливо-отливных течений на глубине 75 м
Table 22. Direction and Velocity of Diurnal Tidal Currents at a Depth of 75 m

Часы — Hours	0	1	2	3	4	5
Льдина № 1 — Floe № 1	113°; 3.9	114°; 5.8	115°; 7.3	116°; 8.3	116°; 8.8	117°; 8.6
„ № 2 — „ № 2	144 4.3	128 5.1	115 5.7	105 6.2	96 6.4	87 6.4
„ № 3 — „ № 3	241 1.3	266 1.6	282 1.9	293 2.3	301 2.6	307 2.6
Среднее—Mean	138 2.6	126 3.2	117 3.7	110 4.1	105 4.2	100 4.1

Часы — Hours	6	7	8	9	10	11
Льдина № 1 — Floe № 1	117°; 7.9	118°; 6.6	118°; 4.9	122°; 2.8	141°; 0.6	286°; 1.8
„ № 2 — „ № 2	79 6.1	68 5.5	54 4.8	37 4.1	13 3.7	346 3.8
„ № 3 — „ № 3	313 2.6	320 2.5	330 2.2	341 1.8	360 1.4	31 1.2
Среднее—Mean	93 3.7	84 3.1	72 2.5	49 1.8	15 1.6	338 1.8

Часы — Hours	12	13	14	15	16	17
Льдина № 1 — Floe № 1	293°; 3.9	294°; 5.8	295°; 7.3	296°; 8.3	296°; 8.8	297°; 8.6
„ № 2 — „ № 2	324 4.3	308 5.1	295 5.7	285 6.2	276 6.4	267 6.4
„ № 3 — „ № 3	61 1.3	86 1.6	102 1.9	113 2.3	121 2.6	127 2.6
Среднее—Mean	318 2.6	306 3.2	297 3.7	290 4.1	285 4.2	280 4.1

Часы — Hours	18	19	20	21	22	23
Льдина № 1 — Floe № 1	297°; 7.9	298°; 6.6	298°; 4.9	302°; 2.8	321°; 0.6	106°; 1.8
„ № 2 — „ № 2	259 6.1	248 5.5	234 4.8	217 4.1	193 3.7	166 3.8
„ № 3 — „ № 3	133 2.6	140 2.5	150 2.2	161 1.8	180 1.4	211 1.2
Среднее—Mean	273 3.7	264 3.1	252 2.5	229 1.8	195 1.6	158 1.8

Таблица 23. Направление и скорость полусуточных приливо-отливных течений на глубине 25 м
Table 23. Direction and Velocity of Semi-Diurnal Tidal Currents at a Depth of 25 m

Часы — Hours	0	1	2	3	4	5
Льдина № 1 — Floe № 1	306°; 0.6	31°; 3.5	38°; 6.1	42°; 7.1	45°; 6.1	53°; 3.6
„ № 2 — „ № 2	299 2.5	325 4.2	338 5.1	349 4.8	5 3.4	51 1.9
„ № 3 — „ № 3	187 0.8	279 2.0	291 3.6	296 4.3	302 4.0	312 2.6
Среднее—Mean	287 1.0	338 2.4	352 3.6	359 4.0	7 3.3	25 1.9

Часы – Hours	6	7	8	9	10	11
Льдина № 1 — Floe № 1.....	126°; 0.6	211°; 3.5	218°; 6.1	222°; 7.1	225°; 6.1	233°; 3.6
„ № 2 — „ № 2.....	119 2.5	145 4.2	158 5.1	169 4.8	185 3.4	231 1.9
„ № 3 — „ № 3.....	7 0.8	99 2.0	111 3.6	116 4.3	122 4.0	132 2.6
Среднее—Mean.....	107 1.0	158 2.4	172 3.6	179 4.0	187 3.3	205 1.9

Таблица 24. Направление и скорость полусуточных приливо-отливных течений на глубине 75 м

Table 24. Direction and Velocity of Semi-Diurnal Tidal Currents at a Depth of 75 m

Часы — Hours	0	1	2	3	4	5
Льдина № 1 — Floe № 1.....	59°; 3.9	76°; 6.6	81°; 7.8	92°; 7.1	105°; 4.6	159°; 1.9
„ № 2 — „ № 2.....	37 0.5	357 1.9	350 2.8	347 3.1	342 2.5	331 1.3
„ № 3 — „ № 3.....	192 1.4	218 1.1	264 1.0	305 1.2	332 1.5	353 1.6
Среднее—Mean.....	75 1.1	65 2.1	60 2.4	56 2.2	51 1.3	342 0.3

Часы — Hours	6	7	8	9	10	11
Льдина № 1 — Floe № 1.....	239°; 3.9	256°; 6.6	264°; 7.8	272°; 7.1	285°; 4.6	339°; 1.9
„ № 2 — „ № 2.....	217 0.5	177 1.9	170 2.8	167 3.1	162 2.5	151 1.3
„ № 3 — „ № 3.....	12 1.4	38 1.1	84 1.0	125 1.2	152 1.5	173 1.6
Среднее—Mean.....	255 1.1	245 2.1	240 2.4	236 2.2	231 1.3	198 1.3

Таблица 25. Направление и скорость четвертьсуточных приливо-отливных течений на глубине 25 м

Table 25. Direction and Velocity of 6-Hour-Period Tidal Currents at a Depth of 25 m

Часы — Hours	0	1	2	3	4	5
Льдина № 1 — Floe № 1.....	215°; 6.1	165°; 4.2	76°; 3.6	35°; 6.1	14°; 4.2	256°; 3.6
„ № 2 — „ № 2.....	189 0.6	191 0.4	315 0.1	9 0.6	14 0.4	135 0.
„ № 3 — „ № 3.....	273 7.0	38 2.8	79 8.9	93 7.0	218 2.8	259 8.
Среднее — Mean.....	244 3.9	148 0.9	77 4.1	64 3.9	328 0.9	257 4.

Таблица 26. Направление и скорость четвертьсуточных приливо-отливных течений на глубине 75 м

Table 26. Direction and Velocity of 6-Hour-Period Tidal Currents at a Depth of 75 m

Часы — Hours	0	1	2	3	4	5
Льдина № 1 — Floe № 1.....	234°; 1.9	22°; 5.5	30°; 7.2	54°; 1.9	202°; 5.5	210°; 7.2
„ № 2 — „ № 2.....	309 1.3	322 2.3	338 1.1	129 1.3	142 2.3	158 1.1
„ № 3 — „ № 3.....	13 0.9	27 0.4	180 0.5	193 0.9	207 0.4	360 0.5
Среднее — Mean.....	284 0.8	7 2.4	27 2.5	104 0.8	187 2.4	207 2.5

Таблица 27. Приливо-отливные течения на глубине 25 м

Table 27. Tidal Currents at a Depth of 25 m

	Фаза максимума течения (в градусах) τ° Phase of current maximum in deg. τ°	Фаза максимума течения (в часах) τ^h Phase of current maximum in hours τ^h	Направление максимального течения γ° Direction of maximum current γ°	Скорость максимального течения (в см/сек) V_{max} Velocity of maximum current (cm/sec) V_{max}
Суточные — Diurnal				
Льдина № 1—Ice-floe	41—221	2.7—14.7	31—211°	13.6
„ № 2— „	47—227	3.1—15.1	100—280	7.1
„ № 3— „	91—271	6.1—18.1	165—345	3.8
Полусуточные — Semi-diurnal				
Льдина № 1—Ice-floe	90—271	3.0— 9.0	41—221°	7.0
„ № 2— „	68—248	2.2— 8.2	161—341	5.1
„ № 3— „	94—274	3.1— 9.1	118—298	4.3
Четвертьсуточные 6-hour-period				
Льдина № 1—Ice-floe	5—185	0.0—3.0	32—212°	6.0
„ № 2— „	44—224	0.0—3.0	8—188	0.5
„ № 3— „	126—306	2.1—5.2	83—263	9.0

Таблица 28. Приливо-отливные течения на глубине 75 м

Table 28. Tidal Currents at a Depth of 75 m

	Фаза максимума течения (в градусах) τ° Phase of current maximum in deg. τ°	Фаза максимума течения (в часах) τ^h Phase of current maximum in hours τ^h	Направление максимального течения γ° Direction of maximum current γ°	Скорость максимального течения (в см/сек) V_{max} Velocity of maximum current (cm/sec) V_{max}
Суточные — Diurnal				
Льдина № 1—Ice-floe	64—244	4.3—16.3	117—297°	8.8
„ № 2— „	65—245	4.3—16.3	93—273	6.5
„ № 3— „	79—259	5.3—17.3	122—302	2.7
Полусуточные — Semi-diurnal				
Льдина № 1—Ice-floe	63—243	2.1— 8.1	84—264°	7.8
„ № 2— „	84—264	2.8— 8.8	167—347	3.0
„ № 3— „	148—328	4.9—10.9	172—352	1.6
Четвертьсуточные — 6-hour-period				
Льдина № 1—Ice-floe	104—284	1.7—4.7	28—208°	7.2
„ № 2— „	56—236	1.0—4.0	142—322	2.3
„ № 3— „	175—35	2.9—5.9	10—190	1.0

Таблица 29. Осредненные приливо-отливные течения
Table 29. Mean Tidal Currents

	Фаза максимума течения (в градусах) τ° Phase of current maximum in deg. $\tau_\circ$	Фаза максимума течения (в часах) τ^h Phase of current maximum in hours τ^h	Направление максимального течения γ° Direction of maximum current γ°	Скорость максимального течения (в см/сек V_{max} Velocity of maximum current (cm/sec) V_{max}
Суточные — Diurnal				
Глубина (в м) — Depth (m) 25	45—225	3.0—15.0	45—225°	6.0
. 75	60—240	4.0—16.0	70—250	4.2
Полусуточные — Semi-diurnal				
Глубина (в м) — Depth (m) 25	90—270°	3.0—9.0	7—187°	4.0
. 75	78—258	2.6—8.6	70—250	2.6
Четвертьсуточные — 6-hour-period				
Глубина (в м) — Depth (m) 25	168—348	2.8—5.8	60—240°	4.6
. 75	108—288	1.8—4.8	15—195	2.6

3. ОСТАТОЧНЫЕ ТЕЧЕНИЯ

Выделив по методу И. В. Максимова [2] периодическую часть суммарных течений, мы получили значения остаточных течений (т. е. векторнальную сумму ветрового и постоянного течения), приведенные в табл. 30—31.

Льдина № 1. На глубине 25 метров наибольшая скорость остаточного течения достигала 26.2 сантиметра в секунду (252°). Результирующая имела направление 243° и среднюю скорость 15.7 сантиметра в секунду, или 7.3 мили в сутки. На глубине 75 метров наибольшая скорость составляла 25.1 сантиметра в секунду (203°). Результирующая имела направление 244° и среднюю скорость 10.2 сантиметра в секунду, или 4.6 мили в сутки.

Льдина № 2. На глубине 25 метров наибольшая скорость остаточного течения достигала 7.7 сантиметра в секунду (321°). Результирующая имела направление 337° и среднюю скорость 4.0 сантиметра в секунду, или 1.9 мили в сутки. На глубине 75 метров наибольшая скорость остаточного течения достигала 6.2 сантиметра в секунду (281°). Результирующая имела направление 279° и среднюю скорость 1.3 сантиметра в секунду, или 0.6 мили в сутки.

Льдина № 3. На глубине 25 метров наибольшая скорость остаточного течения достигала 14.9 сантиметра в секунду (290°). Результирующая имела направление 3° и среднюю скорость 4 сантиметра в секунду, или 1.9 мили в сутки. На глубине 75 метров наибольшая скорость остаточного течения была равна 6.2 сантиметра в секунду (281°). Результирующая имела направление 279° и среднюю скорость 1.3 сантиметра в секунду, или 0.6 мили в сутки.

Осредняя данные по всем трем льдинам, получаем, что среднее за сутки остаточное течение на глубине 25 метров имело направление 273° и среднюю

скорость 5 сантиметров в секунду, или 2.4 мили в сутки. На глубине 75 метров направление течения было 259° и средняя скорость 3.7 сантиметра в секунду, или 1.8 мили в сутки.

4. ВЕТРОВЫЕ ТЕЧЕНИЯ

Определив за весь период наблюдений средние значения остаточных течений на глубине 25 и 75 метров, мы получили возможность выделить ветровые течения.

Льдина № 1. Максимальное ветровое течение на глубине 25 метров имело направление 177° и скорость 22 сантиметра в секунду в одном случае, а в другом соответственно 248° и 21.5 сантиметра в секунду. Направление результирующего течения было 230° при средней суточной скорости 11.2 сантиметра в секунду,

Таблица 30. Направление и скорость остаточных течений на глубине 25 м
Table 30. Direction and Velocity of Residual Currents at a Depth of 25 m

Часы — Hours	0	1	2	3	4	5
Льдина № 1 — Floe № 1	190°;22.4	235°;15.8	283°;25.7	261°;12.2	197°;7.0	249°;19.3
. № 2 — . № 2	333 3.3	342 3.8	347 3.9	327 4.6	356 4.0	294 5.7
. № 3 — . № 3	46 5.7	348 4.0	322 7.1	315 7.0	31 6.8	73 9.6
Среднее — Mean	187 4.9	266 4.9	297 11.3	298 6.1	22 1.1	261 4.7

Часы — Hours	6	7	8	9	10	11
Льдина № 1 — Floe № 1	252°;26.2	225°;15.6	228°;14.9	228°;13.5	223°;13.2	273°;18.0
. № 2 — . № 2	310 4.6	16 2.5	300 1.6	321 7.7	351 6.1	45 0.6
. № 3 — . № 3	77 6.2	294 6.2	290 14.9	325 7.3	50 8.3	61 11.4
Среднее — Mean	263 7.1	248 5.7	263 8.8	282 6.1	293 1.3	309 3.2

Часы — Hours	12	13	14	15	16	17
Льдина № 1 — Floe № 1	280°;17.3	254°;14.6	218°;17.8	217°;20.0	238°;22.5	243°;13.4
. № 2 — . № 2	304 6.3	353 6.1	322 2.8	326 2.9	348 2.4	344 6.4
. № 3 — . № 3	56 8.5	357 3.3	289 8.8	275 12.0	332 3.2	56 10.3
Среднее — Mean	306 6.2	288 5.4	248 7.7	245 9.4	252 7.2	320 2.6

Часы — Hours	18	19	20	21	22	23
Льдина № 1 — Floe № 1	261°;10.0	256°;12.4	233°;15.0	256°;20.6	277°;23.2	234°;17.5
. № 2 — . № 2	356 4.7	345 3.4	317 4.8	337 6.1	27 2.0	315 4.2
. № 3 — . № 3	53 12.4	20 6.5	303 6.4	289 5.9	342 3.3	39 5.0
Среднее — Mean	357 3.5	301 4.1	265 6.8	275 9.3	290 8.0	218 3.9

Таблица 31. Направление и скорость остаточных течений на глубине 75 м
Table 31. Direction and Velocity of Residual Currents at a Depth of 75 m

Часы — Hours	0	1	2	3	4	5
Льдина № 1 — Floe № 1.....	216°; 9.1	235°; 2.8	240°; 3.9	238°;10.1	308°; 9.2	288°; 4.5
„ № 2 — „ № 2.....	332 2.4	67 3.6	214 0.4	166 3.0	236 4.6	250 4.6
„ № 3 — „ № 3.....	357 7.0	351 5.9	333 2.9	209 3.5	176 1.6	24 3.7
Среднее—Mean.....	285 2.4	247 7.5	249 4.7	220 5.0	278 3.6	295 2.6

Часы — Hours	6	7	8	9	10	11
Льдина № 1 — Floe № 1.....	244°; 9.7	233°;12.4	234°;13.6	243°;11.0	238°;10.5	238°;13.0
„ № 2 — „ № 2.....	219 3.5	188 2.8	167 2.7	156 2.0	341 3.1	228 3.1
„ № 3 — „ № 3.....	12 3.0	355 3.8	351 5.6	352 6.9	356 4.1	208 3.9
Среднее—Mean.....	248 3.7	240 4.2	245 4.0	272 3.3	278 3.4	220 6.5

Часы — Hours	12	13	14	15	16	17
Льдина № 1 — Floe № 1.....	225°;22.6	347°;13.3	6°;10.0	203°;25.1	243°;17.9	232°; 9.4
„ № 2 — „ № 2.....	231 3.3	263 3.3	284 3.2	296 2.8	351 4.0	53 2.0
„ № 3 — „ № 3.....	216 2.4	22 2.7	26 4.9	7 5.7	346 5.7	350 4.2
Среднее—Mean.....	225 9.4	340 5.5	359 5.2	218 6.6	274 6.1	265 2.2

Часы — Hours	18	19	20	21	22	23
Льдина № 1 — Floe № 1.....	264°;18.1	207°; 9.7	11°; 2.6	202°; 5.7	266°; 8.6	69°; 2.6
„ № 2 — „ № 2.....	25 3.1	7 3.2	315 5.7	45 0.9	285 3.8	281 6.2
„ № 3 — „ № 3.....	355 2.3	288 0.1	248 1.8	291 0.8	14 2.9	4 6.5
Среднее—Mean.....	280 5.8	223 2.3	318 2.6	258 7.3	286 4.1	339 3.1

или 5.1 мили в сутки. На глубине 75 метров максимальное ветровое течение имело направление 298° и скорость 23.1 сантиметра в секунду. Для результирующей—соответственно 236° и 6.8 сантиметра в секунду, или 3.3 мили в сутки.

Льдина № 2. Максимальное течение на глубине 25 метров имело направление 37° и скорость 7.2 сантиметра в секунду. Направление результирующей было 46° и средняя скорость 4.7 сантиметра в секунду, или 2.3 мили в сутки. На глубине 75 метров максимальное течение имело направление 79° и скорость 7.2 сантиметра в секунду. Для результирующей соответственно имеем 69° и 2.5 сантиметра в секунду, или 1.2 мили в сутки.

Льдина № 3. Максимальное течение на глубине 25 метров имело направление 72° и скорость 15.8 сантиметра в секунду. Направление результирующей

было 53° и скорость 6.5 сантиметра в секунду, или 3.1 мили в сутки. На глубине 75 метров максимальное течение имело направление 26° и скорость 8.3 сантиметра в секунду. Для результирующего течения имеем соответственно 43° и 4.7 сантиметра в секунду, или 2.3 мили в сутки.

Осреднив данные по трем станциям, мы вычислили результирующую ветрового течения на глубинах 25 и 75 метров за весь период (табл. 32—33).

Рассматривая средние значения ветрового течения за отдельные часы, замечаем, что за период наблюдений ветровые течения сильно менялись как по направлению, так и по скорости. Равнодействующая ветрового течения за все рассматриваемые сутки оказалась равной нулю.

Таблица 32. Направление и скорость ветровых течений на глубине 25 м
Table 32. Direction and Velocity of Drift Currents at a Depth of 25 m

Часы — Hours	0	1	2	3	4	5
Льдина № 1 — Floe № 1.....	177°;22.0	221°;11.7	287°;20.9	253°; 7.2	156°; 7.6	238°; 1.5
„ № 2 — „ № 2.....	53 4.4	49 5.0	50 5.4	36 4.3	52 6.0	354 2.0
„ № 3 — „ № 3.....	68 9.8	311 5.5	8 5.4	26 7.2	57 10.1	78 14.3
Среднее—Mean.....	140 6.8	171 0.6	314 7.1	351 2.6	83 5.5	158 1.1

Часы — Hours	6	7	8	9	10	11
Льдина № 1 — Floe № 1.....	248°;21.5	209°;12.5	211°;11.5	209°;10.5	202°;10.8	266°;13.0
„ № 2 — „ № 2.....	40 5.3	70 6.1	82 3.6	11 6.6	35 7.0	89 5.4
„ № 3 — „ № 3.....	85 11.0	342 2.3	300 10.0	8 5.8	66 12.1	72 15.8
Среднее—Mean.....	241 2.3	187 2.4	249 4.0	315 1.4	87 3.8	56 3.0

Часы — Hours	12	13	14	15	16	17
Льдина № 1 — Floe № 1.....	279°;12.2	243°;10.5	203°;15.2	201°;17.5	229°;18.4	229°; 9.1
„ № 2 — „ № 2.....	358 3.2	37 7.2	60 3.8	58 4.0	66 4.9	29 6.6
„ № 3 — „ № 3.....	72 12.6	58 5.7	308 4.2	278 7.2	54 4.3	70 1.5
Среднее—Mean.....	2 3.3	356 1.4	213 3.8	220 5.5	217 3.1	63 3.7

Часы — Hours	18	19	20	21	22	23
Льдина № 1 — Floe № 1.....	250°; 5.2	244°; 7.5	217°;11.5	248°;16.2	279°;18.2	187°;17.1
„ № 2 — „ № 2.....	46 6.3	54 5.1	28 3.6	26 5.9	76 6.1	37 3.4
„ № 3 — „ № 3.....	65 1.7	51 9.3	355 3.2	339 1.7	55 4.9	66 9.0
Среднее—Mean.....	56 5.8	40 2.3	243 2.0	297 4.3	314 3.5	143 4.3

Таблица 33. Направление и скорость ветровых течений на глубине 75 м
Table 33. Direction and Velocity of Drift Currents at a Depth of 75 m

Часы — Hours	0	1	2	3	4	5
Льдина № 1 Floe № 1.....	191°; 6.9	233°; 2.5	231°;10.6	227°; 6.8	331°; 7.3	342°; 2.2
„ № 2 — „ № 2.....	42 3.8	73 7.2	83 3.4	117 4.8	186 1.9	218 1.1
„ № 3 — „ № 3.....	23 8.3	23 7.0	35 4.0	142 3.1	104 3.8	51 6.5
Среднее—Mean.....	45 1.8	237 4.1	219 1.3	173 3.1	360 1.2	34 2.2

Часы — Hours	6	7	8	9	10	11
Льдина № 1 — Floe № 1.....	235°; 6.2	224°; 9.3	223°;10.2	236°; 7.5	227°; 7.2	229°; 9.8
„ № 2 — „ № 2.....	145 2.4	123 3.8	114 4.6	104 4.5	36 4.4	137 1.9
„ № 3 — „ № 3.....	49 5.5	36 5.6	24 6.8	19 7.8	35 5.8	146 3.2
Среднее—Mean.....	164 0.7	180 1.4	180 1.0	23 0.8	9 1.2	202 3.8

Часы — Hours	12	13	14	15	16	17
Льдина № 1 — Floe № 1.....	220°;19.5	0°;14.0	20°;11.7	298°;23.1	242°;14.8	217°; 6.4
„ № 2 — „ № 2.....	144 1.7	45 0.4	18 1.6	30 2.2	33 5.5	70 5.5
„ № 3 — „ № 3.....	119 2.5	55 5.6	48 7.7	31 7.7	20 6.6	31 5.6
Среднее—Mean.....	208 6.7	16 6.1	31 6.9	185 4.5	294 2.7	70 1.5

Часы — Hours	18	19	20	21	22	23
Льдина № 1 — Floe № 1.....	266°;15.0	186°; 7.9	52°; 5.2	251°;17.7	271°; 5.0	75°; 6.2
„ № 2 — „ № 2.....	54 6.0	46 5.6	355 4.7	73 4.4	357 1.7	307 3.1
„ № 3 — „ № 3.....	49 4.5	70 2.9	90 1.9	70 3.0	51 5.5	30 8.3
Среднее—Mean.....	309 2.7	117 2.2	36 3.2	257 3.6	351 1.8	35 4.4

В табл. 34 приведены средние скорости ветровых течений различных направлений по наблюдениям на трех льдинах.

Таблица 34. Средние скорости ветровых течений различного направления (в см/сек)
Table 34. Mean Velocities of Drift Currents of Different Directions (cm/sec)

Глубина (в м) Depth (m)	Направление — Direction							
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
25	3.8	5.9	8.8	7.6	16.6	11.5	13.5	6.6
75	7.5	5.5	4.3	3.1	5.6	8.6	12.6	11.2

Наибольшие скорости на глубине 25 метров наблюдались в направлении на юг—юго-запад—запад, на глубине 75 метров—в направлении юго-запад—запад—северо-запад. Как было сказано выше, наибольшие скорости дрейфа приходились на те же румбы.

5. ПОСТОЯННОЕ ТЕЧЕНИЕ

Выделив из остаточного течения ветровое течение, мы получили значения постоянного течения. По направлению и скорости оно мало отличается от наблюденного суммарного течения и оказалось тождественным с остаточным. Постоянное течение в районе „полюса недоступности" на глубине 25 метров имеет направление 273° и среднюю скорость 5 сантиметров в секунду. Эти данные, полученные на основании непосредственных наблюдений, хорошо согласуются с данными, полученными на основании динамической обработки разреза (направление 284°, скорость 3.8 сантиметра в секунду, см. табл. 20). На глубине 75 метров направление течения было равно 259°, а скорость его составляла 3.7 сантиметра в секунду.

ВЫВОДЫ

Результаты гидрологических работ экспедиции на самолете „СССР Н-169" позволяют сделать следующие выводы.

1. Ледяной покров в районе „полюса недоступности" представляет собой поля многолетнего льда протяженностью в 3—5 миль, с неровной поверхностью, характерными для арктического пака холмами округлой формы и довольно мощным снежным покровом. Сглаженные контуры паковых полей обычно ограничены грядами торосов, представляющими собой результат старых сжатий или недавних процессов торосообразования; иногда, впрочем, границы поля не имеют следов сжатия.

Паковые поля занимают около 80% всей площади ледяного массива рассматриваемого района. Между полями многолетнего льда вкраплены отдельные ровные поля возрастом около полутора лет, протяженностью не более мили и снежным покровом в 15—40 сантиметров высотой. На поверхности снега во время работ экспедиции имелись жесткие заструги, вытянутые в направлении с северо-востока на юго-запад. Льдины, на которые совершал посадку самолет „СССР Н-169", относились к последнему виду ледяных полей и имели толщину от 154 до 210 сантиметров. Между ледяными полями находились разводья, покрытые молодым льдом. Особенно много разводий было замечено в районе дрейфа льдины № 3, т. е. в самой восточной части пространства, посещенного воздушной экспедицией.

К северу от места третьей посадки самолета „СССР Н-169", при полете до точки $\varphi \cong 83°$, $\lambda \cong 190°$, во всех направлениях наблюдалась большая сеть разводий, частью открытых, частью затянутых молодиком. Общая площадь льдов в этом районе не превышала 90%. Размеры полей были меньше, а края льдин имели следы сильного торошения. Ледовая обстановка этого района является, несомненно, результатом значительных подвижек льдов, которые здесь имели место.

2. Рельеф дна района посадок самолета характеризуется наибольшими глубинами (свыше 3300 метров) на востоке (льдина № 3) и минимальной (1856 метров) на юго-западе (льдина № 2). Таким образом, глубины растут в северном и особенно в восточном направлении.

Хотя в районе посадки самолета Г. Вилкинса (1927) в 1941 году измерений произведено не было, однако, судя по ходу изобат, нет оснований предполагать здесь наличие глубин свыше 2000 метров. Глубины свыше 3400 метров следует ожидать в восточно-северо-восточной части района „полюса относительной недоступности". Таким образом, в результате промеров глубин, произведенных экспедицией на самолете „СССР Н-169", в батиметрическую карту Центрального Полярного бассейна внесены существенные изменения.

3. Температуры и соленость воды, измеренные в ледовых лагерях самолета „СССР Н-169", показывают, что основные черты гидрологического режима Ледовитого океана, выявленные еще Ф. Нансеном и в последнее время уточненные П. П. Ширшовым, можно полностью распространить и на район „полюса относительной недоступности". Результаты наблюдений экспедиции на „СССР Н-169" подтверждают предположение Ф. Нансена об увеличении мощности слоя полярных вод к северу и востоку. Толщина этого слоя составляет 170 метров на западных станциях „Фрама", 195 метров на восточных и 250—290 метров на станциях экспедиции на „СССР Н-169".

Температура и соленость полярных вод увеличиваются к западу. Минимальные температуры полярных вод наблюдались на глубине 25 метров.

Наблюдения экспедиции на „СССР Н-169" не обнаружили под верхним слоем полярных вод более холодной прослойки на глубине 50—100 метров, отмеченной Ф. Нансеном; точно так же не наблюдались „обратные" течения, отмеченные станцией „Северный полюс". Это обстоятельство позволяет предположить, что происхождение холодной прослойки связано с компенсационными (обратными) течениями.

Толща слоя вод атлантического происхождения колебалась от 525 метров на востоке до 625 метров на западе. Мощность этого слоя оказалась большей, чем по данным восточных станций „Г. Седова" (400 метров) и „Фрама" (450 метров). Средняя температура воды этого слоя оказалась ниже наблюденных на западе, тогда как соленость была примерно одинаковая. Можно предположить, что воды атлантического происхождения, проникая далеко на восток Полярного бассейна, на своем пути перемешиваются как с водами вышележащего слоя, так и с водами нижележащими, отдавая им свое тепло.

По этой причине толщина слоя наиболее теплой воды (с температурой больше 0°.5) заметно уменьшается к востоку и имеет в районе „полюса недоступности" только 180 метров. Температурный максимум наблюдается во всем Полярном бассейне приблизительно на одной и той же глубине, а абсолютная величина его в районе „полюса недоступности" лишь на 0°.2 ниже наблюденных в восточных частях дрейфа „Г. Седова" и „Фрама".

Высказанное Ф. Нансеном предположение, что максимум температур атлантического слоя, достигающий отрицательных значений, можно найти на глубине 500—550 метров уже на меридиане Берингова пролива, приблизительно на 78—79° с. ш., не подтвердилось результатами измерений экспедиции на „СССР Н-169".

Изменение температуры атлантической воды в Полярном бассейне от меридиана Новосибирских островов до меридиана Берингова пролива происходит, повидимому, более медленно.

Наблюдения экспедиции на „СССР Н-169" указывают на сильное вертикальное перемешивание вод атлантического происхождения как с вышележащим слоем полярных вод, так и с глубинными водами. Вследствие весьма длительного вертикального перемешивания со слоем воды атлантического происхождения подстилающие воды в районе „полюса относительной недоступности" отличаются более высокими температурами, чем на западе. Минимум температуры этого слоя отмечен на глубине 1500 метров, т. е. значительно ближе к теплому слою, чем по данным прежних исследований. Соленость вод глубинного слоя по данным экспедиции на „СССР Н-169", „Фрама" и „Г. Седова" практически одинакова.

Наличие столь сравнительно мощных масс атлантической воды в районе „полюса относительной недоступности" дает основания для заключения о том, что слой атлантической воды характерен для всего Центрального Полярного бассейна.

4. Наблюденное экспедицией повышение температуры и солености воды в самом придонном слое подтверждает гипотезу о том, что придонные воды — воды атлантического происхождения, опускающиеся вниз у восточных окраин материкового склона Евразии.

5. Небольшое количество взятых проб позволяет сделать лишь предварительные выводы о содержании кислорода в водах Центральной Арктики. Верхний слой полярных вод весьма насыщен кислородом (104—108%); ближе к нижней границе полярных вод, на глубине 250 метров, условия аэрации несколько ухудшаются, и здесь содержание кислорода падает до 90% на востоке и до 92% на западе. В атлантическом слое содержание кислорода на востоке (92%) несколько меньше, чем на западе (96%).

6. Скорость течения, вычисленная динамическим методом, в атлантическом слое в полтора раза меньше скорости полярных вод, а скорость глубинных вод в 3 раза меньше скорости в верхнем 300-метровом слое, где она равна 1.5 мили в сутки.

7. Чисто ветровой дрейф льда, определенный по методу Х. Свердрупа, имел направление 292° и среднюю скорость 1.6 мили в сутки; показатели дрейфа: $\alpha = +31°$; $\lambda \cdot 10^{-2} = 1.70$. Постоянное поверхностное течение имело направление на 259° и скорость 0.5 мили в сутки.

Таблица 35. Элементы течений, определенные инструментально и динамическим методом
Table 35. Current Elements Determined According to Instrumental Measurement and by Dynamic Method

Глубина (в м) Depth (m)	Течение, определенное на основании инструментальных измерений Current determined according to instrumental measurement	Течение, вычисленное динамическим методом Current calculated by dynamic method	Результирующая за тот же период Resultant for the same period	
			ветра (в м/сек) Wind (m/sec)	дрейфа льда (в см/сек) Ice drift (cm/sec)
25	273°; 5.0	284°; 3.8	82°; 2	284°; 8.0
75	259 3.7	283 3.0		

В зависимости от силы одновременно действующего ветра скорость дрейфа льда составляла от 1.5 до 3% скорости ветра. Скорость дрейфа льда при восточных ветрах была в 4 раза больше, чем при западных.

8. Сравнение элементов постоянных течений, полученных в результате анализа непосредственных инструментальных наблюдений и вычисленных динамическим методом, показывает, что эти данные довольно хорошо согласуются как по направлению, так и по скорости.

Хорошее согласование результатов, полученных двумя различными путями, позволяет утверждать, что эти данные соответствуют подлинной динамической картине в рассматриваемом районе.

Результирующая суммарного течения в слое 25—75 метров в районе „полюса недоступности" идет приблизительно на запад и по направлению примерно совпадает с результирующей ветра в период наблюдений. Результирующая суммарных течений на глубинах 25—75 метров на отдельных суточных станциях при ветрах восточных румбов направлена на запад (272°) и достигает значительной скорости (0.7 мили в час). При северных и северо-западных ветрах течение направлено почти против ветра, отклоняясь влево на 35—40° и сильно уменьшаясь по скорости (максимум 0.2 мили в час).

Подобная же картина получается при рассмотрении остаточных течений; в этом случае угол отклонения достигает —50°.

Суммарные течения на глубине 75 метров в среднем отклоняются на 2° влево от течений на глубине 25 метров, и только на ст. № 5 угол отклонения достигает

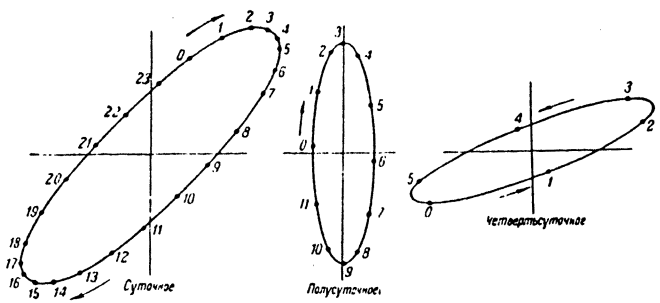


Рис. 7. Эллипсы осредненного приливо-отливного течения на глубине 25 метров.

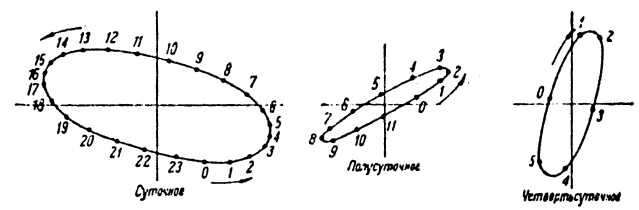


Рис. 8. Эллипсы осредненного приливо-отливного течения на глубине 75 метров.

—33°. Остаточные течения на глубине 75 метров в среднем отклоняются влево на 14° от течений на глубине 25 метров; на ст. № 5 это отклонение достигает —58° (влево).

Скорость суточных приливо-отливных течений (0.08—0.12 мили в час) приблизительно в полтора раза больше скорости полусуточных и четвертьсуточных течений (0.05—0.08 мили в час). Приливо-отливные течения в районе „полюса относительной недоступности" относятся к реверсивному типу (рис. 7 и 8).

В момент максимума суточное приливное течение на глубине 25 метров направлено на юго-запад, полусуточное—на юг и четвертьсуточное—приблизительно на запад. На глубине 75 метров соответственно имеем направление максимального суточного течения на запад, полусуточного—на запад—юго-запад и четверть суточного — на юг-юго-запад. На глубине 25 метров суточное и полусуточное течения вращаются по часовой стрелке, четвертьсуточное—против часовой стрелки; на глубине 75 метров наблюдалось вращение противоположного характера: суточное и полусуточное течения против часовой стрелки, четверть суточное—по часовой стрелке.

Результаты наблюдений экспедиции на „СССР Н-169" позволяют утверждать, что в исследованном районе существует постоянное течение, направленное на запад со среднесуточной скоростью на глубине 25 метров в 2.3 мили в сутки; на глубине 75 метров скорость течения уменьшается до 1.8 мили в сутки. Вследствие трения о лед скорость постоянного течения в поверхностном слое уменьшается до 0.5 мили.

Наши данные, относящиеся к району работ экспедиции на „СССР Н-169", показывают, что арктические воды и льды движутся под влиянием ветра и постоянного течения. Результаты наших исследований подтверждают мнение Ф. Нансена, Ю. М. Шокальского [7] и В. Ю. Визе [1] о наличии в Полярном бассейне постоянного течения, не связанного с ветром.

ЛИТЕРАТУРА

1. *В. Ю. Визе.* Научные работы на „Г. Седове". „Проблемы Арктики" № 2, Л.—М., 1940.
2. *И. В. Максимов.* Основные приемы производства и камеральной обработки наблюдений над течениями в море. Труды Аркт. инст., т. 155, Л.—М., 1941.
3. *А. Н. Петриченко.* Предварительные данные дрейфа „Седова" в 1937—1938 гг. „Проблемы Арктики" № 2, Л.—М., 1940.
4. *Г. Е. Ратманов.* Научные работы экспедиции на ледоколе „Красин" в 1935 г. Изд. Главсевморпути, Л., 1936.
5. *П. П. Ширшов.* Океанологические наблюдения. Доклады Академии Наук СССР, новая серия, т. XIX, № 8, М., 1938.
6. *П. П. Ширшов.* Научные результаты дрейфа станции „Северный полюс". Доклад на общем собрании Академии Наук СССР 17 февраля 1944 г.
7. *Ю. М. Шокальский.* „Г. Седов", его дрейф и география Северного Полярного бассейна. „Проблемы Арктики" № 2, Л.—М., 1940.
8. *F. Nansen.* The Oceanography of the North Polar Basin. The Norwegian North Polar Expedition 1893—1896. Sientific Results, vol. III, Christiania, 1902.
9. *F. Nansen.* Spitzbergen Waters. Christiania, 1915.
10. *H. Sverdrup.* The Wind-Drift of the Ice on the North Siberian Shelf. The Norwegian North Polar Expedition with the Maud 1918—1925. Sientific Results, vol. IV, No. 1, Bergen, 1928.
11. *H. Sverdrup.* Oceanography. Sientific Results of the Nautilus Expedition 1931, Cambridge — Massachusetts, 1933.

Гидрологические станции экспедиции на самолете „СССР Н-169"

Hydrological Stations of the USSR N-169 Expedition

Станция № 1. Глубина 2 657 м (9 час. 27 мин. 3 апреля). Грунт — коричневый ил

Station № 1. Depth 2 657 m (9h 27m 3/IV). Ground - brown silt

φ = 81°27'5 N; λ = 181°11'E

Дата Date	Время наблюдения XII пояса XII zone time	Горизонт наблюдения (в м) Depth (m)	T°	S‰	Q, см³	Q, %
3/IV	23h10	2	−1.62	29.81		
4/IV	0 55	5	−1.60	29.78		
	0 20	10	−1.61	29.88		
3/IV	21 20	25	−1.63	29.87		
	19 07	50	−1.48	31.55		
	21 22	75	−1.52	—		
	20 40	100	−1.54	32.81		
	20 50	150	−1.32	34.22		
	19 55	200	−0.98	34.52		
	20 20	250	−0.22	34.65		
	19 25	300	0.31	34.87		
	18 12	400	0.60	34.96		
	17 00	500	0.58	—		
	18 41	600	0.37	34.99		
	17 45	1 000	−0.16	34.99		
	17 00	1 500	−0.46	34.90		
	9 27	2 637	−0.42	—		

Станция № 2 — Station № 2

φ = 81°32'4 N; λ = 180°02' E

Дата Date	Время наблюдения XII пояса XII zone time	Горизонт наблюдения (в м) Depth (m)	T°	S‰	Q, см³	Q, %
5/IV	7h51	25	−1.62	29.96		
	8 28	75	−1.52	32.43		
	11 40	25	−1.61	29.92		
	11 05	75	−1.50	32.57		
	15 05	25	−1.62	29.92		
	14 27	75	−1.50	32.50		
	18 08	25	−1.62	29.79		
	17 33	75	−1.52	32.38		
	20 51	25	−1.63	29.85		
5/IV	20 17	75	−1.53	32.41		
6/IV	0 17	25	−1.61	—		
5/IV	23 28	75	−1.53	32.45		
6/IV	2 04	25	−1.64	29.63		
	2 30	75	−1.52	32.34		
	5 32	75	−1.52	32.50		

Станция № 3. Глубина 2 427 м (14 час. 6 апреля)

Station № 3. Depth 2 427 m (14h 6/IV)

φ = 81°31'6 N; λ = 179°12'E

Дата Date	Время наблюдения XII пояса XII zone time	Горизонт наблюдения (в м) Depth (m)	T°	S‰	Q, см³	Q, %
7/IV	20h30	2	−1.62	30.03		
	20 15	5	−1.62	29.97		
	20 05	10	−1.62	29.96		
	19 52	15	−1.62	29.96		
	19 38	25	−1.62	29.97		
	19 20	50	−1.49	31.40		
	19 05	75	−1.55	32.25		
	18 45	100	−1.50	32.75		
	18 15	150	−1.22	34.04		
	17 46	200	−1.03	34.45		
	16 38	250	−0.27	34.54	7.451	91.7
	17 15	275	0.02	34.65		
	15 34	300	0.34	34.69		
	15 00	400	0.66	34.85	7.62	92.9
	6 30	500	0.56	34.90		
	8 17	600	0.36	34.72	7.67	9.62
	7 25	700	0.24	34.83	7.43	96.0
	20 50	750	0.12	34.85		
	5 28	800	0.28	34.90		
	3 45	900	−0.02	34.67		
	2 20	1 000	−0.15	34.90		
	13 15	2 000	−0.42	34.99		

Станция № 4. Глубина 1 856 м (22 часа 20 мин. 13 апреля)

Грунт — коричневый ил

Station № 4. Depth 1 856 m (22h20m 13/IV)

Ground-brown silt

φ = 78°28' N; λ = 176°44'E

Дата Date	Время наблюдения XII пояса XII zone time	Горизонт наблюдения (в м) Depth (m)	T°	S‰	Q, см³	Q, %
14/IV	18h22	0.5	−1.70	31.60		
	18 05	5	−1.71	31.60		
	17 47	10	−1.71	31.60		
	17 20	25	−1.71	31.8*		
	16 25	50	−1.71	32.27		
	16 45	75	−1.63	32.25		
	15 55	100	−1.58	32.79		

Дата Date	Время наблюдения XII пояса XII zone time	Горизонт наблюдения (в м) Depth (m)	T°	S‰	Q, см³	Q, %
	15h35	150	−1.20	33.86		
	15 18	200	−0.93	34.47		
	14 20	250	−0.52	34.67		
	14 45	275	−0.16	34.74		
	12 58	300	0.14	34.79		
	13 55	350	0.47	34.83		
	11 45	400	0.57	34.92		
	11 10	500	0.48	31.92		
	10 05	600	0.32	34.96		
	9 15	650	0.22	34.96		
	7 20	750	0.16	34.96		
	6 25	900	0.02	34.97		
	5 30	1 000	−0.06	34.97		
	4 05	1 250	−0.28	35.01		
	2 40	1 500	−0.44	35.03		
13/IV	22 50	1 826	−0.40	35.07		

Станция № 5 — Station № 5

φ = 78°26'8 N; λ = 176°32' E

Дата Date	Время наблюдения XII пояса XII zone time	Горизонт наблюдения (в м) Depth (m)	T°	S‰	Q, см³	Q, %
15/IV	17h34	25	−1.70	31.69		
	18 05	75	−1.58	32.65		
	20 27	25	−1.70	31.71		
	20 52	75	−1.60	32.52		
	23 31	25	−1.74	31.67		
	23 59	75	−1.61	32.59		
16/IV	2 30	25	−1.76	31.18		
	5 31	25	−1.74	31.91		
	5 59	75	−1.58	32.61		
	8 30	25	−1.72	31.78		
	8 55	75	−1.60	32.51		
	11 24	25	−1.72	31.89		
	11 54	75	−1.62	32.65		
	14 50	25	−1.71	31.80		
	3 0	75	—	32.56		

Станция № 6. Глубина 3 370 м (22 часа 25 мин. 23 апреля)

Station № 6. Depth 3 370 m (22h25m 23/IV)

φ = 79°53'5 N; λ = 190°10'E

Дата Date	Время наблюдения XII пояса XII zone time	Горизонт наблюдения (в м) Depth (m)	T°	S‰	Q, см³	Q, %
24/IV	7h41	2	−1.68	31.1*		
	7 57	5	−1.66	—		
	8 13	10	−1.68	31.2*		
	9h00	20	−1.68	31.1*		
	9 20	25	−1.68	—		
	9 58	30	−1.68	31.0*		
	10 20	40	−1.69	31.0*		
	10 38	50	−1.68	31.1*		
	10 53	60	−1.70	31.1*		
	11 11	70	−1.67	31.1*		
	11 30	75	−1.57	31.9*		
	12 14	80	−1.56	32.1*		
	12 38	90	−1.50	32.3*		
	13 01	100	−1.54	32.6*		
	13 18	150	−1.49	33.2*		
	13 49	200	−1.16	34.3*		
	14 16	250	−0.43	34.7*		
	15 12	275	−0.49	—		
	14 36	300	0.14	34.8*		
	15 38	400	0.5	34.9*		
	16 15	500	0.69	34.9*		
	18 40	550	0.59	34.9*		
	17 45	650	0.37	34.9*		
	16 53	750	0.18	34.9*		
	22 05	850	0.05	31.9*		
	19 25	1 000	−0.06	35.0*		
	20 45	1 500	−0.29	34.97		
	23 20	2 000	−0.40	31.92		
25/IV	1 23	3 000	−0.31	31.96		
	5 25	3 350	—	34.99		

Станция № 7 — Station № 7

φ = 79°53'2 N; λ = 190°07' E

Дата Date	Время наблюдения XII пояса XII zone time	Горизонт наблюдения (в м) Depth (m)	T°	S‰	Q, см³	Q, %
25/IV	13h50	25	−1.68	31.08		
	14 36	100	−1.53	32.4*		
	15 10	300	0.10	—		
	16 40	500	0.70	—		
	16 40	25	−1.67	31.0*		
	17 18	100	−1.53	32.4*		
	17 18	300	0.14	34.6*		
	18 00	500	0.72	34.96		
	18 00	25	−1.68	31.02		
	18 38	100	−1.52	32.57		
	18 38	300	0.14	34.72		

Дата Date	Время наблюдения XII пояса XII zone time	Горизонт наблюдения (в м) Depth (m)	T°	S‰	Q_2 см³	Q_2%
	19h08	500	0.70	34.83		
	19 08	25	—1.68	31.02		
	19 45	100	—1.56	32.61		
	19 45	300	0.09	34.70		
	20 18	500	0.70	34.85		
	20 18	25	—1.68	31.06		
	20 54	100	—1.56	32.48		
	20 54	300	0.10	34.67		
	21 45	500	0.71	34.85		
	21 45	25	—1.69	31.09		
	22 34	100	—1.54	32.48		
	22 34	300	0.15	34.74		
	23 05	500	0.69	—		
	23 45	25	—1.69	31.08		
26/IV	0 40	100	—1.52	32.41		
	0 40	300	0.12	34.67		
25/IV	23 45	500	0.72	35.16		
26/IV	1 45	25	—1.69	30.97		
	2 40	100	—1.51	32.21		
	2 40	300	0.16	31.72		
	2 45	500	0.72	31.97		
	3 45	25	—1.70	30.93		
	4 40	100	—1.54	32.39		
	4 40	300	0.16	34.63		
	4 45	500	0.72	34.74		
	5 45	25	—1.67	31.09		
	6 40	100	—1.54	32.54		
	6 40	300	0.10	34.83		
	5 45	500	0.72	34.92		
	7 40	25	—1.70	31.02		
	8 40	100	—1.53	32.43		

Дата Date	Время наблюдения XII пояса XII zone time	Горизонт наблюдения (в м) Depth (m)	T°	S‰	Q_2 см³	Q_2%
	7 12	300	0.10	—		
	8 40	500	0.10	34.78		
	7 40	25	0.70	34.88		
	9 40	100	—1.71	31.06		
	10 40	300	—1.54	32.39		
	10 40	500	0.12	34.76		
	9 40	25	0.70	34.70		
	11 40	100	—1.69	31.17		
	12 17	300	—1.52	32.50		
	12 19	500	0.13	34.63		
	11 40	25	0.70	34.88		
	13 40	100	—1.69	30.93		
	14 40	300	—1.53	32.50		
	14 40	500	0.12	34.63		
	13 40	25	0.70	34.94		
	15 40	500	—1.68	30.91		
	15 40	300	0.70	34.70		

Станция № 9. Глубина 3 368 м (22 часа 30 мин. 28 апреля)

Station № 9. Depth 3 368 m (22h30m 28/IV)

φ = 79°53'5 N; λ = 190°01'E

28/IV	13h39	2	—1.70	31.11	9.16	104.9
	13 56	10	—1.69	31.00	9.10	104.4
	14 04	25	—1.68	30.95	9.33	107.5
	17 31	50	—1.67	31.08	—	—
	17 15	100	—1.54	32.59	—	—
	16 53	250	—	34.67	7.32	89.7
	16 28	300	0.15	34.81	7.24	90.2
	15 50	500	0.70	—	7.25	91.8
	15 10	750	0.20	—	7.19	89.9
	14 29	1 000	—0.06	34.94	7.40	92.2

Примечание. Пробы, помеченные значком *, оттитрованы в октябре 1942 года.

Наблюдения над течениями
Current Observations

Время наблюдения XII пояса XII zone time	Глубина (в м) Depth (m)	Течение (наблюденное) Currents (observed)		Дрейф—Drift		Течение (истинное) Currents (actual)	
		направление Direction	скорость (в см/сек) Velocity (cm/sec)	направление Direction	скорость (в см/сек) Velocity (cm/sec)	направление Direction	скорость (в см/сек) Velocity (cm/sec)
Станция № 2. 5 апреля 1941 г. Магнитное склонение 31°E							
Station № 2. April 5th 1941. Magnetic Declination 31°E							
φ = 81°32'4 N; λ = 180°02'E							
5h53	75	96°	21	293°	5	104°	16.5
6 36	25	191	17	293	5	208	17.0
6 59	75	287	16	293	5	288	19.0
7 19	25	181	16	293	5	200	14.9
8 50	25	341	23	293	5	333	26.8
9 14	75	109	14	293	5	107	8.9
9 53	25	106	14	293	5	101	8.0
10 15	75	141	13	293	5	166	8.8
11 17	75	139	11	293	5	158	6.8
12 03	25	64	17	293	5	48	14.9
12 17	75	179	14	293	5	198	12.6
12 47	25	241	17	293	5	253	20.9
13 16	75	191	11	293	5	104	16.5
13 36	75	191	11	293	5	104	16.5
13 50	25	181	18	293	5	197	16.8
14 12	75	209	10	293	5	235	11.5
14 57	25	177	17	293	5	195	15.5
15 29	75	231	10	293	5	252	12.6
15 48	25	182	15	293	5	201	13.9
16 16	75	221	13	293	5	238	15.3
16 46	25	191	19	293	5	205	18.8
17 14	75	223	17	293	5	238	18.9
17 58	25	231	23	293	5	241	26.4
18 30	75	221	19	293	5	235	20.8
18 48	25	131	23	293	5	135	18.4
19 16	75	221	21	293	5	232	22.8
19 45	25	221	23	293	5	217	25.0
20 05	75	11	20	293	5	357	22.0
20 42	25	201	23	293	5	213	23.9
21 15	75	31	20	293	5	18	19.9
21 45	25	191	21	293	5	205	21.0
22 15	75	192	20	293	5	207	20.1
22 45	25	191	23	293	20	237	27.5
23 08	75	191	19	293	20	213	21.6

Время наблюдения XII пояса XII zone time	Глубина (в м) Depth (m)	Течение наблюденное Currents (observed)		Дрейф – Drift		Течение истинное Currents (actual)	
		направление Direction	скорость (в см/сек) Velocity (cm/sec)	направление Direction	скорость (в см/сек) Velocity (cm/sec)	направление Direction	скорость (в см/сек) Velocity (cm/sec)
23h56	25	191°	20	293°	20	241°	25.1
00 13	75	181	18	293	20	242	21.5
00 48	25	251	20	293	20	272	37.0
01 18	75	231	15	293	20	266	30.1
01 41	25	191	20	293	20	241	25.1
02 05	75	181	11	293	20	261	19.2
02 39	25	191	20	293	20	241	25.1
03 10	75	—	15	293	20	321	12.8
03 31	25	181	19	293	20	240	22.0
04 17	75	231	15	293	20	266	30.1
04 45	25	291	10	293	20	291	30.1
05 15	75	171	12	293	20	257	17.5
05 41	25	221	18	293	20	259	30.6
06 17	75	151	14	293	20	252	12.6
06 48	25	171	16	293	20	243	17.9
07 32	25	151	16	293	20	241	12.5

Станция № 5. 15 апреля 1911 г. Магнитное склонение 16°E
Station № 5. April 15th 1911. Magnetic Declination 16°E
φ = 78°26'8 N; λ = 176°32'E

15h22	25	46°	8	261°	3	29°	5.8
15 40	75	76	10	261	3	74	7.0
16 20	25	36	8	261	3	16	6.2
17 17	25	36	11	261	3	22	9.0
17 43	75	90	10	261	3	92	7.0
18 28	25	—	10	261	3	30	7.7
18 41	75	106	8	261	3	120	5.4
19 10	25	53	12	261	3	45	9.4
19 37	75	106	5	261	3	137	2.6
20 08	25	57	8	261	3	41	4.3
20 33	75	91	5	261	3	107	2.1
21 17	25	76	9	261	3	73	5.9
21 55	75	96	6	261	3	110	3.2
22 21	25	96	10	261	3	102	7.0
22 48	75	96	7	261	3	107	4.2
23 10	25	116	8	261	3	134	5.8
23 37	75	99	8	261	3	110	5.2
00 22	25	16	4	261	3	330	3.8
00 47	75	106	7	261	3	123	4.4

Время наблюдения XII пояса XII zone time	Глубина (в м) Depth (m)	Течение (наблюденное) Currents (observed)		Дрейф – Drift		Течение (истинное) Currents (actual)	
		направление Direction	скорость (в см/сек) Velocity (cm/sec)	направление Direction	скорость (в см/сек) Velocity (cm/sec)	направление Direction	скорость (в см/сек) Velocity (cm/sec)
01h37	25	19°	4	261°	3	333°	3.7
01 51	75	42	5	261	3	5	3.2
02 14	25	22	1	261	3	279	2.6
02 38	75	0	0	261	3	261	3.0
03 28	25	24	1	286	13	293	13.0
04 28	25	26	7	286	13	318	13.0
04 40	75	44	5	286	13	309	11.5
05 14	25	26	5	286	13	309	12.8
05 34	75	46	5	286	13	309	11.5
06 18	25	36	5	286	13	308	12.2
06 40	75	76	5	286	13	302	9.0
07 14	25	56	6	286	13	313	10.2
07 40	75	78	7	286	13	312	7.7
08 10	25	48	7	286	13	319	11.0
08 35	75	106	8	286	13	286	5.0
09 22	25	78	8	286	13	318	7.0
09 43	75	104	7	286	13	288	6.0
10 23	25	105	10	286	13	290	2.9
10 44	75	116	7	286	13	275	6.2
11 08	25	116	12	286	13	225	2.4
11 31	75	126	7	286	13	274	7.6
12 24	25	6	4	247	7	282	6.1
12 46	75	116	7	247	7	181	5.8
13 18	25	94	8	247	7	154	3.6
13 42	75	136	6	247	7	197	7.3
14 08	25	66	7	247	7	360	—
14 30	75	—	4	247	7	213	6.7
15 20	25	53	6	247	7	299	1.8

Станция № 8 26—27 апреля 1941 г. Магнитное склонение 28°E
Station № 8. April 26—27th 1941. Magnetic Declination 28°E
φ = 79°54' N; λ = 190°04'E

11h28	25	348°	6	142°	2	357°	4.3
11 48	75	228	4	142	2	203	4.7
12 37	1 000	—	.	—	–	—	—
13 40	25	348	7	142	2	357	5.2
14 01	75	18	5	142	2	40	4.2
14 44	1 000	—	2	—	—	—	—
15 40	25	278	9	142	2	268	7.7

Продолжение приложения 2

Время наблюдения XII пояса XII zone time	Глубина (в м) Depth (m)	Течение (наблюдательное) Currents (observed)		Дрейф—Drift		Течение (истинное) Currents (actual)	
		направление Direction	скорость (в см/сек) Velocity (cm/sec)	направление Direction	скорость (в см/сек) Velocity (cm/sec)	направление Direction	скорость (в см/сек) Velocity (cm/sec)
16ʰ02	75	348°	7	142°	2	357°	5.2
16 48	1 000	—	2	—	—	—	—
17 50	25	358	6	142	2	13	4.5
18 06	75	8	6	142	2	95	4.7
18 42	1 000	—	—	—	—	—	8.1
19 41	25	50	8	142	2	61	8.1
20 00	75	—	0	142	2	142	2.0
20 36	1 000	—	—	—	—	—	—
21 32	25	103	5	142	2	111	6.6
21 56	75	0	0	142	2	143	2.0
22 51	1 000	—	—	—	—	—	—
23 45	25	208	5	315	5	276	3.6
00 16	75	—	0	315	5	345	5.0
01 11	1 000	—	—	—	—	—	—
02 48	25	18	5	315	5	1	9.6
03 40	75	258	4	315	5	218	5.6
04 34	25	356	5	315	5	351	9.9
05 30	75	—	0	315	5	315	5.0
06 26	25	350	1	315	5	346	5.9
07 30	75	—	0	315	5	345	5.0
08 44	25	311	4	345	5	344	8.9
09 46	75	—	0	345	5	345	5.0
10 44	25	358	4	88	8	61	8.9
11 38	75	—	0	88	8	88	8.0
12 38	25	358	4	88	8	61	8.9

HYDROLOGICAL OBSERVATIONS

J. S. Libin

SUMMARY

The hydrological program of the expedition was as follows:

a) the taking of soundings and specimens of ocean floor;

b) the taking of specimens of water for determination of salinity and oxygen content, and

c) current measurements.

The observations were conducted alternatively by Libin and Chernigovsky with the assistance of the plane's mechanics.

The expedition was equipped with all necessary instruments for hydrological work. Some of them had been specially designed and constructed for the expedition. The deep-water winch, made at the workshops of the Arctic Institute, although of unusually light weight, had 7000 metres of steel wire wound on its drum and was fitted with a motor, which substantially facilitated the raising of specimens from great depths. An automatic brake stopped the drum as soon as the lead touched the ocean bottom. That the bottom had been reached could be afterwards checked by the traces of mud on the lead.

Openings in the ice were made with the help of ammonal. The work was performed in a tent heated by a specially-designed lamp.

The specimens were packed in heat-insulated cases and delivered to Wrangel Is., where the analyses were made in a field hydrochemical laboratory.

The details of the hydrological observations will be found in the tables in the text.

Fig. 1 shows a chart af ocean depths in the Central Polar Basin corrected according to the data of the USSR N-169 expedition. The earlier believed isobaths are indicated by dotted lines.

Figures 2 and 3 show temperature and salinity at various depths.

In figs. 7 and 8 are shown the mean ebb and flow currents at depths of 25 metres and 75 metres.

The data gathered by the USSR N-169 expedition permit the following conclusions to be drawn:

1. The relief of the ocean floor in the area of the Pole of Relative Inaccessibility is characterized by far smaller depths than was originally believed (3368 metres east of ice-floe No. 3, 1856 metres southwest of ice-floe No. 2).

There is no reason to assume that the depths in the area where Hubert Wilkins landed in 1927 are much greater than those discovered by the USSR N-169 expedition. The belief that this area is the deepest in the Central Polar Basin has therefore not been corroborated.

2. The data of temperature and salinity indicate that the principal features of the hydrological regime of the Arctic Ocean as determined by Nansen are fully characteristic of the regime of the Pole of Relative Inaccessibility.

The thickness of the Atlantic water layer determined by the expedition was 525—625 metres. Average temperature was less than that observed by Fram and the Sedov (in an area west of the field of observation of the USSR N-169 expedition).

The thickness of the layer of warmest water, with a temperature of over 0.5°, markedly decreases as it proceeds eastward, and in the area of the work of the USSR N-169 expedition was only 180 metres. The reason for this is that the Atlantic waters, as they move eastward, mingle with the waters of the higher and lower layers and surrender their heat to them.

However, the fact that the Atlantic water layer in the area of the Pole of Relative Inaccessibility has been discovered to be so comparatively powerful would seem to indicate that this must be true of the Atlantic layer throughout the Central Polar Basin.

3. The fact that the deep-water temperatures were found by our expedition to be higher than those measured by the Fram and Sedov expeditions confirms the hypothesis that the deep waters consist of Atlantic waters sinking in level as they proceed eastward of the Eurasian continental shelf.

4. The resultant current of the 25—75 metre layer in the area of the Pole of Relative Inaccessibility has an approximately westward flow almost coinciding with the resultant wind direction during the period of observation.

The observations indicate that there is a constant westerly current in this area, with an average velocity of 2.3 miles per day at a depth of 25 metres, and of 1.8 miles per day at a depth of 75 metres.