

# У ПОЛЮСА НЕДОСТУПНОСТИ

Н. Т. ЧЕРНИГОВСКИЙ

Весною 1941 г., при производстве воздушной разведки над состоянием льдов в арктических морях, самолёт полярной авиации Главного управления Северного морского пути „СССР-Н-169“, пилотируемый известным полярным лётчиком-исследователем И. И. Черевичным, совершил три полёта в область Центрального полярного бассейна, известную под названием „полюса относительной недоступности“. Экипаж самолёта состоял из семи человек лётного состава и трёх научных сотрудников.

„Полюс относительной недоступности“, по определению американского полярного исследователя Стефансона, введшего это определение, находится на  $83^{\circ}50'$  северной широты и  $165^{\circ}$  западной долготы. Эта точка полярного бассейна, наиболее удалённая от суши, расположена почти в центре арктического ледяного массива<sup>1</sup>. Несмотря на работу многочисленных полярных экспедиций, район полюса недоступности был мало исследован. В мае 1926 г. над этим районом пролетел дирижабль „Норвегия“, имевший на борту экспедицию под руководством известного норвежского ученого Р. Амундсена. Экспедиция на „Норвегии“ пересекла весь полярный бассейн от Шпицбергена через северный полюс к берегам Аляски, но, помимо наблюдений над состоянием льдов, никаких других исследований произвести не удалось, что, впрочем, и не входило в задачи экспедиции. В 1928 г. самолет американца Губерта Вилькинса совершил посадку в точке  $\approx 77^{\circ}46'$  с. ш. и  $175^{\circ}$  з. д. Измеренная Вилькинсом с помощью эхолота глубина океана в этом месте оказалось равной 5140 м.

Экспедиция на „СССР-Н-169“ не преследовала цели исследований непосредственно на полюсе недоступности. В задачу экспедиции входили астрономические и магнитные наблю-

дения (М. Е. Острекин), океанографические работы и актинометрические исследования (Я. С. Либин и автор) и метеорологические наблюдения (штурман самолёта В. И. Аккуратов). В период со 2-го по 29 апреля были произведены три полёта вглубь полярного бассейна с посадкой на дрейфующих льдах. Наблюдения в трёх дрейфующих лагерях заняли в общей сложности 14 суток. Координаты района работ:  $\varphi = 78^{\circ}27' - 81^{\circ}32'$  с. ш.;  $\lambda = 176^{\circ}32' - 190^{\circ}10'$ .

## 1. Океанология

Основной задачей экспедиции на „СССР-Н-169“ была ледовая разведка в высоких широтах Арктики. Океанологические работы на дрейфующих льдах должны были носить только рекогносцировочный характер и имели цель выявить особенности в рельефе дна, так как единственное измерение глубины океана, сделанное Г. Вилькинсом, заставляло предполагать здесь область наибольших глубин Северного ледовитого океана. Глубоководные наблюдения над температурой воды и определение солёности её, в связи с непосредственными инструментальными измерениями течений, позволили выявить основные черты гидрологического режима этой совершенно неисследованной части центральной Арктики и попытаться определить связь с результатами работ Ф. Нансена на „Фраме“, П. П. Шишова на дрейфующей станции „Северный полюс“ и А. Г. Ефремова и В. Х. Буйницкого на „Седове“.

Значительная грузоподъёмность воздушного корабля позволила взять на борт „СССР-Н-169“ необходимое количество приборов, обычно применяемых для исследований в морских экспедициях и при полевых работах полярных станций. Исключением являлись лишь глубоководные лебёдки с тросом длиной в 6000 метров, успешно применённые в своё время П. П. Шишовым. Кратковре-

<sup>1</sup> По Элсворту, центр арктических ледяных масс, так называемый „лёдовый полюс“, расположен в точке  $86^{\circ}$  с. ш. и  $157^{\circ}$  з. д.

менность работ при каждой посадке самолёта на лёд заставила производить исследования непрерывно в течение нескольких суток. Океанологические работы всегда требуют значительной затраты физической силы. Облегчением в работе явилась механизация основной лебёдки: для выбирания троса был приспособлен небольшой мотор в 3 HP. Большую помощь оказали борт-механики Д. П. Шекуров, В. П. Борукин и А. Я. Дурманенко, стоявшие круглосуточную вахту вместе с гидрологами. Вместо рубки проруби вручную, штурманом В. И. Аккуратовым лёд взрывался с помощью заряда аммонита.

Результаты ледовых наблюдений автора, произведенных за время 6 полетов над пространствами к северу от острова Врангеля, позволяют определить границы распространения пака в этой части Центрального полярного бассейна. Появление отдельных льдин пака среди торосистых полей годовалого льда было зарегистрировано на  $74^{\circ}15'$  с. ш., на широте  $76^{\circ}$  N количество пака достигло 50%, севернее  $78^{\circ}$ -й параллели арктический пак занимал не менее 75% всей акватории.

Ледяной покров в районе полюса недоступности представлял собой поля многолетнего льда с неровной поверхностью, покрытой снежным покровом. Между полями пака располагались отдельные ровные поля, возрастом около 1,5 лет и снежным покровом высотой в среднем около 30 см. Лыдины, на которые совершал посадку самолёт „СССР-Н-169“, относились к последнему типу и имели толщину от 154 до 210 см. Солёность верхнего метрового слоя этого льда не превышала 1‰. Между ледяными полями находились разводья, покрытые молодым льдом; особенно много разводий было замечено в восточной части области, посещённой „СССР-Н-169“. Здесь края ледяных полей имели следы сильного торошения.

Общая длина пути самолёта „СССР-Н-169“ при дрейфе его вместе со льдом равнялась 49,5 морских миль, или 3,7 морских миль в сутки. По генеральному курсу  $283^{\circ}$

„СССР-Н-169“ прошёл путь в 27,5 морских миль, или 2,1 морских миль в сутки. Обработав дрейф по методу Свердрупа, мы получили, что ветровой дрейф имел направление  $292^{\circ}$  и среднюю скорость 1,6 морской мили в сутки. Показатели ветрового дрейфа будут следующими: угол отклонения ( $\alpha$ ) =  $+31^{\circ}$ ; ветровой коэффициент (т. е. отношение скорости дрейфа к скорости ветра) ( $\lambda \cdot 10^{-2}$ ) = 1,70. В зависимости от силы одновременно действующего ветра скорость дрейфа льда достигала от 1,5 до 3‰ силы ветра. Наибольшие скорости дрейфа льда (свыше 10 см/сек) наблюдались при ветрах с восточной и южной составляющей, при западных ветрах дрейф был наименьшим. Скорость дрейфа льда при восточных ветрах была в 4 раза больше, чем при западных ветрах. Уменьшение скорости дрейфа льда при западных ветрах можно объяснить как тормозящей силой постоянного течения, направленного на  $259^{\circ}$  со средней скоростью 950 м в сутки, так и препятствием свободному дрейфу льда на востоке в виде берегов Северной Америки. При измерениях глубин определялся грунт океана, который состоял из коричневого ила. Рельеф дна района посадок самолёта характеризуется наибольшими глубинами (свыше 3300 м) на востоке и минимальной (1856 м) на юго-западе. Таким образом, глубины растут в северном и, особенно, в восточном направлениях. Максимальная глубина, измеренная в точке  $79^{\circ}56'$  с. ш. и  $170^{\circ}05'$  з. д., оказалась равной 3370 м. Таким образом, в настоящее время наибольшей достоверной глубиной Северного ледовитого океана необходимо считать 5180 м, измеренную при дрейфе л/п „Г. Седов“.

Измерения глубин, произведенные „СССР-Н-169“, заметно изменили наше представление о рельефе дна этого района центральной Арктики, изобаты 3000 и 4000 м должны быть значительно отодвинуты к востоку — северо-востоку.

По исследованиям Ф. Нансена, в Центральном полярном бассейне различаются три основные водные массы: 1) верхний слой — полярные воды,

2) средний слой — воды атлантического происхождения, 3) нижний слой — глубинные воды. Работы экспедиции на „СССР-Н-169“ в области полюса относительной недоступности позволяют полностью распространить схему Ф. Нансена на рассматриваемый район.

Таблица 1. Средние температуры и солёности воды в Центральном полярном бассейне, по данным „СССР-Н-169“ и „Фрама“.

Глубина в метрах	„СССР-Н-169“		„Фрам“	
	Т°	S‰	Т°	S‰
5	-1,65	30,45	-1,65	29,68
10	-1,66	30,48	-1,61	29,82
25	-1,68	30,91	-1,64*	—
50	-1,61	31,74	-1,74*	33,42*
75	-1,56	32,48	-1,75*	33,76*
100	-1,54	32,78	-1,68	34,04
150	-1,31	34,03	-0,91*	34,50
200	-1,05	34,48	0,18	34,79
250	-0,36	34,62	0,55	34,97
300	0,15	34,78	0,63	34,98
400	0,60	34,91	0,59	35,03
500	0,62	34,89	0,56	35,04
750	0,16	34,90	0,11*	35,04*
1000	-0,06	34,95	-0,20*	35,06
1500	-0,29	34,97	-0,54*	35,05
2000	-0,41	34,96	-0,77	35,07
3000	-0,31	34,96	-0,83	35,11

Примечание. Данные, помеченные звёздочкой, получены нами путём интерполяции между соседними горизонтами.

В области работ „СССР-Н-169“ слой полярных вод, имеющих температуру ниже 0° и солёность до 34,75‰, имел толщину до 295 м; по наблюдениям станции „Северный полюс“, нижняя граница полярных вод лежала на глубине до 250 м, по данным „Фрама“ и „Седова“, изотерма 0° проходит на глубине около 200 м. Таким образом, в полярном бассейне толщина слоя полярных вод увеличивается к востоку и северу.

Средние температуры и солёность воды этого слоя увеличиваются к западу, причём наиболее низкие температуры свойственны верхнему слою воды толщиной в 25—75 м. Заметное повышение температуры воды наблюдается лишь с глубины 150 м.

Минимальные температуры воды зарегистрированы „СССР-Н-169“, главным образом, на глубине 25 м. Абсолютный минимум, отмеченный нами в этом слое (-1,76°), соответ-

ствует минимальной температуре полярных вод в самой восточной точке дрейфа „Фрама“, хотя, в общем, наиболее низкие температуры полярных вод наблюдались Ф. Нансеном на глубине 50—60 м.

Исследования „СССР-Н-169“ и „Г. Седова“ не обнаружили под верхним слоем полярных вод более холодной прослойки на глубине 50—100 м, отмеченной Ф. Нансеном и П. Ширшовым.

Нам кажется, что происхождение холодного слоя связано с компенсационными течениями, которые возникают на некоторой глубине и, по Ширшову, выражены наиболее отчетливо как раз на глубине 50—75 м. Между глубинами 275—925 м полярный бассейн наполнен водами с положительной температурой и однообразной солёностью. Средняя толщина этого слоя равняется 575 м („СССР-Н-169“, „Фрам“) и около 500 м, по данным „Г. Седова“ и станции „Северный полюс“. По материалам отдельных океанологических станций, большая толщина слоя всегда наблюдалась на западе.

Средняя температура воды слоя атлантического происхождения в районе полюса недоступности несколько ниже, чем на западе полярного бассейна, что можно объяснить потерей тепла на перемешивание со слоем полярных вод по мере движения атлантических вод на восток.

Солёность этих вод, по работам „СССР-Н-169“, соответствует данным „Г. Седова“ и несколько ниже наблюденных „Фрамом“ и станцией „Северный полюс“.

Максимальные температуры этого слоя (0,7°) встречаются, по наблюдениям „СССР-Н-169“, на глубине 400—500 м, по данным „Фрама“ — в слое 300—400 м (0,8°). Наибольшие температуры во время дрейфа „Г. Седова“ были отмечены на глубине 400 м (0,8—0,9°), на этой же глубине были определены максимальные температуры станцией „Северный полюс“ (0,8°).

Наиболее тёплый слой атлантических вод, ограниченный изотермами +0,5°, имел толщину 180 м („СССР-Н-169“), по данным „Г. Седова“

300—400 м, по наблюдениям „Фрама“ 300—450 м. Большей толщины этот слой, как и следовало ожидать, достигал на западе.

Ниже глубины 1000 м в полярном бассейне располагается слой холодных вод с солёностью обычно несколько ниже 35‰. В районе работ „СССР - Н - 169“ эти воды отличаются заметно более высокой температурой, чем на западе. Повидимому, это объясняется тем, что глубинные воды в районе работ „СССР - Н - 169“ подвергались перемешиванию с вышележащим атлантическим слоем в течение более длительного промежутка времени, чем на западе. Средняя солёность их, по определениям „СССР - Н - 169“, „Г. Седова“ и „Фрама“, почти одинакова. Минимальная температура — 0,46°, отмеченная на „СССР - Н - 169“, значительно выше, чем минимум, наблюдаемый на „Фраме“ (—0,83°), станцией „Северный полюс“ (—0,86°) и на „Г. Седова“ (—0,78°). На глубине 3000 м отмечено небольшое повышение температуры воды до —0,31°, обусловленное нагреванием от литосферы. Солёность воды в этом слое в самой придонной части достигала 35‰. Направление и скорость течений в районе полюса недоступности, по данным динамической обработки гидрологических наблюдений „СССР - Н - 169“, представляются следующими: поток полярных вод движется на запад со средней скоростью 1,5 морских миль в сутки, течение в слое атлантического происхождения направлено на восток со средней скоростью в одну морскую милю в сутки. Наконец, глубинные воды, двигаясь на запад, имеют скорость несколько больше 0,5 морской мили в сутки. Данные инструментальных наблюдений, которые велись только в слое полярных вод, находятся в почти полном соответствии с результатами динамической обработки. При ветрах восточных румбов результирующая суммарных течений на глубинах 25—75 м была направлена на 272° и достигала значительной скорости (0,7 мили/час). При северных и северо-западных ветрах течение направляемо почти против ветра, отклоняясь

влево на угол до 40°, и уменьшается по скорости (максимум 0,2 мили/час). Скорость суточных приливо-отливных течений (до 0,12 мили/час) приблизительно в 1,5 раза больше скорости полусуточных и четверть-суточных течений. Наибольшие скорости ветровых течений на глубине 25 м наблюдались в направлениях S—SW—W, а на глубине 75 м в направлениях SW—W—NW наибольшие скорости дрейфа льда приходились на те же румбы.

Результаты наблюдений экспедиции на „СССР - Н - 169“ позволяют утверждать, что в исследованном районе существует постоянное течение, направленное на запад со средней скоростью на глубине 25 м в 2,4 мили/сутки; на глубине 75 м скорость течения уменьшается до 1,8 морской мили/сутки и, наконец, в самом верхнем слое — до 0,5 морской мили/сутки.

Небольшое количество взятых проб позволяет сделать лишь предварительные выводы о содержании кислорода в водах Центрального полярного бассейна. Верхний слой полярных вод весьма насыщен кислородом (104—107,5‰), ближе к нижней границе полярных вод (250 м) содержание кислорода уменьшается до 90‰ на востоке и до 92‰ на западе исследованной области. В атлантическом слое содержание кислорода на востоке меньше (92‰), чем на западе (96‰).

## 2. Метеорология

Метеорологические наблюдения велись В. И. Аккуратовым и автором. Кратковременность наблюдений не позволяет сделать широких климатологических выводов.

Среднее давление воздуха на уровне моря в апреле 1941 г. в районе работ экспедиции равнялось 773,2 мм, максимальное 781,2, минимальное 764,5. Суточная амплитуда давления достигала в апреле лишь 0,5 мм, причём максимум давления за сутки наблюдался около 16<sup>ч</sup>, а минимум около 4<sup>ч</sup>. Рассмотрение построенной по данным наблюдений барической розы ветров в апреле показывает, что наи-

большие средние давления приходились на ветры с восточной составляющей и наименьшие — на ветры с западной составляющей.

Средняя температура воздуха в рассматриваемом районе в апреле 1941 г. равнялась  $22,6^{\circ}\text{C}$ , максимальная —  $15,3^{\circ}$ . Наблюдения указывают на наличие хорошо выраженного суточного хода температуры воздуха. Средняя суточная амплитуда достигала  $5,0^{\circ}$  причем экстремальные значения температуры воздуха приходились в среднем на те же часы, что и данные, полученные по атмосферному давлению.

Средняя скорость ветра в районе полюса недоступности в апреле 1941 г. равнялась 3,6 м/сек, т. е. была меньше, чем по наблюдениям трёх дрейфующих кораблей („Фрам“, „Г. Седов“ и „Мод“), максимальная составляла 10,8 м/сек. Ветры северных румбов были преобладающими (54%). Рассмотрение термической розы ветров указывает, что в среднем ветры с восточной половины горизонта сопровождалась более низкой температурой, чем с западной. Кривая скорости в апреле показывает правильные изменения в течение суток, с максимумом в  $16^{\text{h}}$  и минимумом около  $7^{\text{h}}$ . Суточная амплитуда в среднем составляла 1,4 м/сек. За всё время работ экспедиции преобладала ясная погода или наблюдалась высокая облачность. Видимость была отличной.

Актинометрические наблюдения велись автором и Я. С. Либиным. В апреле 1941 г., при условиях безоблачного неба, средняя суточная сумма полной радиации для района работ экспедиции оказалась равной  $406\text{ г-кал/см}^2$ , причём на долю прямой солнечной радиации приходилось  $291\text{ г-кал/см}^2$ , при теоретически возможной суточной сумме  $370\text{ г-кал/см}^2$ . Таким образом, атмосферой было поглощено и рассеяно лишь  $21,5\%$  радиации. По данным проф. Н. Н. Калинина для бухты Тихой (Земля Франца-Иосифа,  $\varphi = 80^{\circ} 20' \text{ N}$ ), поглощение и рассеяние радиации атмосферой в апреле — мае достигало  $23--38\%$ . Следовательно, в районе полюса недоступности сухость возду-

ха была большей.

Как велика суточная сумма полной радиации на горизонтальную поверхность в центральной арктике в апреле, показывает следующее сравнение: для Вашингтона (США) она равна  $425\text{ г-кал/см}^2$ , для Феодосии (Крым) только  $357\text{ г-кал/см}^2$ .

Действительная суточная сумма тепла только прямой солнечной радиации у полюса недоступности была такая же, как в апреле месяце в Ташкенте ( $291,6\text{ г-кал/см}^2$ ). Для Ташкента эта сумма была равна лишь  $53\%$  от теоретической, для полюса недоступности —  $78,5\%$  за счёт увеличения прозрачности воздуха в Арктике.

Суточная сумма рассеянной радиации ( $116\text{ г-кал/см}^2$ ), по данным „СССР-Н-169“, по отношению к полной составляла  $28,4\%$ , при полной облачности верхнего яруса эта величина достигла почти  $50\%$ . Для Павловска (близ Ленинграда) эта сумма в среднем равна  $124\text{ г-кал/см}^2$  в сутки.

В дрейфующем лагере № 3 были произведены исследования над проникновением радиации сквозь снег и лёд. Сквозь слой снега в 7 см проникло  $7\%$ , сквозь слой льда в 25 см прошло в среднем  $19\%$  радиации. Интересно отметить, что по наблюдениям на полярных станциях проникаемость снега для радиации была такая же, а пластинка льда в 21 см, вырубленная во льду возрастом менее одного года, показала в два раза большую проникаемость этого вида льда для радиации.

По просьбе П. П. Ширшова, гидрологи самолёта произвели гидробиологические сборы в слое полярных и атлантических вод. По определению проф. В. Г. Богорова, в плактоне района полюса недоступности не обнаружено новых видов, отличных от изученных при дрейфе станций „Северный полюс“ и ледокольного парохода „Г. Седов“. За время работы в лагере № 2 участники экспедиции видели следы песка, в этот же лагерь забрёл белый медведь.

Полмесяца, проведенные экипажем самолёта „СССР-Н-169“ на дрейфую-

ших льдах Центральной арктики, дали весьма интересные результаты. Метод, применённый впервые для исследования наиболее недоступного района Арктики, оправдал себя полностью. При современном развитии авиации научно - исследовательские работы в Арктике могут производиться не только с помощью „пассивного дрейфа“ вмёрзшего в лёд корабля, или группы людей, оставленных на льду. В областях Центрального полярного бассейна, где невозможно мореплавание, воздушный корабль или эскадрилья таких кораблей, может выполнять гидрологические разрезы в заранее намеченных точках и в весьма сжатые сроки.

В отношении геофизических исследований, требующих большого ряда наблюдений, охватывающих круглогодичный цикл явлений, наблюдения на воздушных кораблях могут дать только сведения ориентировочного характера.

#### Л и т е р а т у р а

[1] Б у й н и ц к и й В. Х. Результаты гидрологических наблюдений, выполненных во время дрейфа „Геorgia Седова“ в 1937 — 1940 гг. (в печати). [2] В и з е В. Ю. Результаты метеорологических наблюдений, выполненных во время дрейфа „Геorgia Седова“ в 1937 — 1940 гг. [3] К а л ж т и н Н. Н. Актинометрия, Л. - М., 1938. [4] Ш и р ш о в П. П. Океанологические наблюдения. Доклады АН СССР. Новая серия, т. XIX, № 8, М., 1938.