

Александр Яковлевич Докучаев

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН), ведущий научный сотрудник, заведующий Рудно-петрографическим сектором-музеем, кандидат геолого-минералогических наук, e-mail: alexandre-dokuchayev@yandex.ru

Константин Валентинович Лобанов

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН), главный научный сотрудник, чл.-корр. РАН, e-mail: lobanov@igem.ru

Анатолий Георгиевич Гурбанов

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН), ведущий научный сотрудник, кандидат геолого-минералогических наук, e-mail: ag.gurbanov@yandex.ru

Филипп Викторович Кулаков

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН), научный сотрудник, e-mail: kolin_dom@mail.ru

Евгений Борисович Курдюков

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН), старший научный сотрудник, кандидат геолого-минералогических наук, e-mail: e-kurdyukov@yandex.ru

Михаил Владимирович Чичеро

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН), научный сотрудник, e-mail: chicher@igem.ru.

Андрей Владимирович Мясников

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Государственный астрономический институт имени П.К. Штернберга, Отдел гравитационных измерений, Лаборатория лазерных интерферометрических измерений (ГАИШ МГУ), научный сотрудник, кандидат физико-математических наук, e-mail: andrey0405@mail.ru

Полярные исследования в условиях климатических изменений (Часть 2. XX век)

Аннотация. Документы и геологические коллекции Русской Полярной экспедиции (РПЭ, 1900–1902 гг.), Гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана (ГЭСЛО, 1910–1915 гг.) и других арктических исследований являются вещественными свидетельствами важных географических открытий в Арктике на рубеже XIX и XX веков. В неблагоприятных погодных условиях они проходили через неисследованные районы Арктики и способствовали расширению границ России. Исторические материалы, хранящиеся в Рудно-петрографическом музее ИГЕМ РАН, связаны с именами Э.В. Толля, Ф.П. Литке, А.В. Колчака, Ф.Н. Чернышёва, О.О. Ба-клунда, Р.П. Самойловича, Л.М. Старокадомского, С.В. Обручева и многих других выдающихся ученых, внесших значительный вклад в геологию, географию и другие науки о Земле.

В статье рассмотрен вопрос о факторах, влияющих на изменение ледовой обстановки в Арктике. На примере наиболее выдающихся экспедиций рассмотрена история научного и практического освоения Северного морского пути в условиях изменений климата в XX веке.

Ключевые слова: Арктика, Северный Ледовитый океан, ледовая обстановка, климат, экспедиция, Северный морской путь.

Aleksandr Y. Dokuchaev

Institute of Geology of Ore Deposits of the Russian Academy of Sciences, Leading Researcher, Head of the Ore-Petrographic Sector-Museum, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Russia, Moscow, e-mail: alexandre-dokuchayev@yandex.ru

Konstantin V. Lobanov

Institute of Geology of Ore Deposits of the Russian Academy of Sciences, Leading Researcher, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, e-mail: lobanov@igem.ru

Anatoliy G. Gurbanov

Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the Russian Academy of Sciences (IGEM RAS), Leading Researcher, Russia, Moscow; Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Integrated Research Department, Leading Researcher, Ph.D, Russia, Vladikavkaz, e-mail: ag.gurbanov@yandex.ru.

Filipp V. Kulakov

Institute of Geology of Ore Deposits of the Russian Academy of Sciences, Researcher, e-mail: kolin_dom@mail.ru

Evgeniy B. Kurdyukov

Institute of Geology of Ore Deposits of the Russian Academy of Sciences, Senior Researcher, PhD, e-mail: e-kurdyukov@yandex.ru

Mikhail V. Chicherov

Institute of Geology of Ore Deposits of the Russian Academy of Sciences, Senior Researcher, PhD, e-mail: chicher@igem.ru.

Andrey V. Mynnikov

M.V. Lomonosov Moscow State University, P.K. Shternberg State Astronomical Institut, Department of Gravitational Measurements, Laboratory of Laser Interferometric Measurements (GAISH MSU), Researcher, PhD, e-mail: andrey0405@mail.ru.

Polar research under climate changes. (Part 2. 20th century)

Abstract. Documents and geological collections of the Russian Arctic Expedition (RAE, 1900–1902), Hydrographical Expedition to the Arctic Ocean (HEAO, 1910–1915), and other studies in the Arctic provide important evidence of geographic discoveries made in the Arctic on the turn of the 20th century. These studies were carried out under unfavorable weather conditions in still-unexplored parts of the Arctic and facilitated the expansion of Russia's territory. Historical materials in the collections of the Ore and Petrographic Museum at IGM RAS are related to the names of E.V. Toll (Eduard G. F. von Toll), F.P. Litke, A.V. Kolchak, F.N. Chernyshev, O.O. Baklund (Helge G. Backlund), R.L. Samoilovich, S.V. Obruchev, and many other outstanding scientists, who have greatly contributed to progress in geography, geology, and other Earth sciences.

The article considers the issue of factors affecting the change in the ice situation in the Arctic. On the example of the most outstanding expeditions, the history of scientific and practical development of the Northern Sea Route in the conditions of climate change in the 20th century is considered.

Keywords: Arctic, Arctic Ocean, ice situation, climate, expedition, Northern Sea Route

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИЗМЕНЕНИЕ ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКИ В АРКТИКЕ

Изменения климата в первой трети XX века привели к тому, что площадь ледников в Арктике сократилась в 1930–1940-е гг. на ~ 1 млн км². Это привело к значительному уменьшению площади ледяного покрова Северного Ледовитого океана (СЛО). Например, летом 1901 г. (во время проведения Русской Полярной экспедиции) ледокол «Ермак» не смог добраться до северного окончания Новой Земли, а в 1938 г. он проник в районе Новосибирских островов до 86°05' с. ш. [14].

Потепление и сокращение ледяного покрова в СЛО длилось 30 лет, но с середины 1940-х гг. потепление сменилось тенденцией к понижению температуры воздуха в северо-западной Гренландии, Центральной Арктике, Канадском Арктическом архипелаге, а потом и в окраинных арктических морях. Похолодание было особенно заметно в 1960-х гг.: например, в Карском море среднее годовое значение температуры стало на 3° ниже, чем в 1940-е гг. Следствием этого стало то, что разрослась площадь ледяного покрова, увеличилась на 0,8 млн км², лед стал в среднем толще, и граница тяжелых паковых льдов сместилась южнее. Морские льды стали затруднять мореплавание и блокировать северное побережье Исландии, нарушив рыбный промысел в прибрежных водах. Новый цикл потепления наметился в конце 1960-х гг.: температура воздуха стала расти, а площадь ледяного покрова – сокращаться (к середине 1970-х гг., по сравнению с максимумом в 1960-е гг., на 0,4 млн км²) [14].

Вариации температуры и ледовитости (отношения площади, покрытой льдом, к общей площади акватории) Центральной Арктики за последние 100

лет свидетельствуют, что изменение средней температуры зимы на 5° приводило к изменению площади ледяного покрова на 10–15 % (или на 1 млн км²); в этот период наибольшее количество льда в СЛО было в конце 1910-х гг., а наименьшее – в конце 1930-х гг.

Климатические условия на Земле тесно взаимосвязаны с морскими ледяными покровами, которые очень устойчивы к внешним воздействиям. Появление льда в океане зависит, главным образом, от верхнего опресненного слоя морской воды. При современной структуре поверхностных вод Северного Ледовитого океана уничтоженные полярные льды быстро восстанавливаются в своих прежних размерах. Поэтому можно говорить об устойчивости современного климата, не способного измениться за короткое время даже при активных антропогенных воздействиях, таких как изменение температуры воздуха вследствие «парникового эффекта». Ледовый режим Северного Ледовитого океана может измениться только в том случае, если будет нарушен баланс пресных вод в океане [14].

Два главных фактора, которые могут привести к сокращению льдов, это: уменьшение прозрачности атмосферы и антропогенное увеличение концентрации двуокиси углерода в ней. Количество аэрозоля в атмосфере резко возрастает при вулканических извержениях, продукты которых поднимаются в стратосферу до высоты 30–40 км и держатся там несколько лет, прежде чем выпасть на земную поверхность. Они частично экранируют падающий на Землю поток солнечной радиации и приводят к похолоданию.

Крупные ледяные массы весьма инерционны в своей эволюции и не всегда следуют климатиче-

ским изменениям [14]. Прогнозы климата все еще недостаточно физически обоснованы, поэтому равноправны на существование два вероятностных сценария – как его похолодание, так и потепление. Но крупные нарушения равновесия эндогенной (вулканизм, тектонические процессы и их последствия) либо космогенной (падения космических тел; нутация земной оси и изменение ее прецессии) природы могут привести к необратимым катастрофическим последствиям.

СОВРЕМЕННАЯ ЛЕДОВАЯ ОБСТАНОВКА НА МАРШРУТЕ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ

В настоящее время установлено, что оптимальный курс для судна от мыса Желания Новой Земли к острову Диксон определяется положением Северного Карского и Новоземельского ледяных массивов (рис. 2.1).

Если преобладают северные ветры и интенсивность Обь-Енисейского течения недостаточна, то лед Северного Карского ледяного массива держится к западу от острова Свердруп, а Новоземельский ледяной массив смещается на юг вдоль восточного побережья Новой Земли. Но если преобладают ветры южных направлений, то лед относится Обь-Енисейским течением далеко к северу [12]. Таким образом, теплые течения Баренцева моря (Нордкапкое и другие) в Карском море роли не играют.

Великая Сибирская полынья (ВСП), как и другие полыньи – это незамерзающая полоса воды, в СЛО имеющая ширину от 10 до 15 км и протяженность около 1 800 км; она находится в зоне контакта дрейфующего массива многолетних льдов и неподвижных околосибирских льдов [11]. ВСП была открыта в 1810 г. М.М. Геденштромом севернее острова Новая Сибирь. С севера ВСП ограничивается островом Беннетта, открытым в 1881 г. экспедицией Дж. Де-Лонга на пароходе «Жанетта». А.В. Колчак объяснил наличие ВСП взаимодействием существующих здесь течений и южных ветров [13]. ВСП оказывает влияние на местный климат и гидрологический режим, являясь источником образования новых льдов и областью поступления кислорода для активно развивающейся здесь морской фауны. Соленость вод в ВСП составляет 35 ‰ (промилле, или граммов солей в 1 килограмме морской воды) и ниже, а температура воды +1,8 °C [11]. Кроме этого, в крайне холодной области (например, в районе острова Беннетта) полынья служит источником тепла: интенсивная теплоотдача из воды в атмосферу в зимнее время приводит к повышению температуры воздуха и возникновению туманов, а в летнее время аккумулирует радиационное тепло и служит центром таяния льда [14].

Кроме ВСП в море Лаптевых, стационарными полыньями являются Северная вода в Баффиновом заливе, Великая Чукотская в Чукотском море и другие полыньи во многих антарктических морях [14].

Наряду со стационарными полыньями, в Северном Ледовитом океане существуют постоянные *ледяные массивы* – скопления льдов сплоченностью более 7 баллов, занимающие сотни квадратных

километров и сохраняющиеся летом длительное время в одном и том же районе. Господствующие ветры выносят льды из той части, где возникают полыньи, и нагоняют их в ту часть, где формируется ледяной массив (в СЛО их обнаружено более десяти) [14]. В районе острова Беннетта существуют Таймырский и Янский ледяные массивы (в море Лаптевых) и Айонский ледяной массив в Восточно-Сибирском море (это самое труднопроходимое место Северного морского пути).

Ледовая разведка (полеты в Арктике, которые были впервые осуществлены в Советском секторе в 1924 г. с целью оценки ледовой обстановки для Карской экспедиции и стали регулярными в конце 1930-х гг.) обнаружила крупные дрейфующие ледяные массивы, возвышающиеся на несколько метров над уровнем моря. Их стали называть *ледяными островами* (толщина ледяного острова 15–50 м, над поверхностью моря его край возвышается на 2–7 м, поперечник достигает 15–35 км, а площадь – нескольких сотен квадратных километров). Это открытие заставляет вспомнить прежние «открытия» «земель» в Арктике, которые позже не подтвердились (например, о Земле Пири). По-видимому, подобные «земли» представляли собой ледяные острова, после своего возникновения вынесенные из Арктического бассейна и растаявшие [14].

Могла ли легендарная Земля Санникова быть растаявшей, многие годы простоявшей на мели *стамухой* (торосистым нагромождением льдов высотой до 20 м и более), или принесенным ветром «осколком» одного из ледяных массивов, или ледяным островом?

Моряки и гидрографы прозвали Карское море «ледяным мешком» или «ледяным погребом». Но самым ледовитым из морей российской Арктики является Восточно-Сибирское: оно полностью покрыто льдом с октября-ноября по июнь-июль. В это время здесь преобладает поступление льдов из арктического бассейна, в отличие от других морей, где доминирует выносной дрейф льда. Преобладающие зимой ветры южных направлений часто относят дрейфующие льды от северной кромки припая (неподвижного морского льда, смерзшегося с берегом и подводным береговым склоном), в результате чего образуются значительные пространства чистой воды и молодых льдов, образующие на западе Новосибирскую и на востоке Заврангелевскую припайные полыньи [11].

В северо-восточной части Карского моря неподвижный припай образует непрерывную полосу от острова Белый через архипелаг Норденшельда к Северной Земле. В юго-западной части Карского моря, за пределами неподвижных льдов, располагаются Амдерминская и Ямальская полыньи, а на востоке, в центральной части моря, Обь-Енисейская полынья [9].

В море Лаптевых, несмотря на почти постоянный вынос льдов на север, зимой за припаяем почти всю зиму сохраняются значительные пространства

полыней и молодого льда шириной десятки – несколько сотен км; отдельные участки полыней названы Восточно-Североземельской, Таймырской, Ленской и Новосибирской [10].

В начале лета, после вскрытия припая, положение кромки льдов определяется действием ветров и течений. С севера вдоль восточного берега Таймыра в море Лаптевых спускается океанический Таймырский ледовый массив, в котором нередко встречаются тяжелые многолетние льды, устойчиво сохраняющиеся до нового льдообразования и по воле преобладающих ветров перемещающиеся то к северу, то к югу [10].

ОСВОЕНИЕ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА И ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКИ В XX ВЕКЕ

Среди самых известных неудачных попыток выйти в Арктический бассейн на парусно-моторных судах, кроме РПЭ (1901–1902 гг.), были экспедиции 1912–1914 гг.

Геолог В.А. Русанов был сторонником пространенной в то время идеи о «теплой» ветви Гольфстрима у северной оконечности Новой Земли и в северной части Карского моря [8]. В 1912 г. он и участник Норвежской антарктической экспедиции Р. Амундсена на Южный полюс (1910–1912 гг.) капитан А.С. Кучин на парусно-моторном судне «Геркулес» пытались пройти в восточном направлении, обогнув мыс Желания Новой Земли и далее, направляясь по широте острова Уединения через Карское море в устье Енисея или Оби. Г.Л. Брусилов впервые пытался пройти Северным морским путем до Владивостока на паровой шхуне «Святая Анна», а Г.Я. Седов организовал первую русскую экспедицию к Северному полюсу на парусно-паровой шхуне «Святой великомученик Фока»

В 1912 г. шхуна Г.Л. Брусилова была затерта льдами в Карском море и вместе с ними медленно двигалась в западном направлении. В апреле 1914 г. половина участников экспедиции покинула корабль, чтобы добраться до суши. Спасти удалось лишь двоим, штурману В.И. Альбанову и матросу А.Э. Конраду; остальные участники экспедиции погибли вместе с пропавшим без вести судном.

Организованная на частные средства, недостаточно оборудованная и снабженная экспедиция Г.Я. Седова после тяжелой зимовки у Новой Земли достигла Земли Франца Иосифа. После второй, еще более мучительной зимовки, Г.Я. Седов с двумя матросами весной 1914 г. на нартах двинулся к полюсу. На пределе сил им удалось дойти до 81°40' с. ш., где тяжело больной Седов скончался. Его спутники вернулись на судно, и только 30 августа «Фоке» удалось добраться до становища «Рында» на Мурманском побережье. Вид многострадального корабля был таков, что он вызвал изумление даже у «видавших виды» поморов [17, 18].

Одним из самых значительных событий этого периода стала Гидрографическая экспедиция Се-

верного Ледовитого океана (ГЭСЛО, 1910–1915 гг.), проведенная военными моряками в тяжелых ледовых условиях. ГЭСЛО была осуществлена на ледокольных пароходах Добровольного флота «Вайгач» и «Таймыр» с использованием радиосвязи, под руководством И.С. Сергеева и Б.А. Вилькицкого. В ее снаряжении принял участие Зоологический музей Академии наук, а в строительстве судов – участники РПЭ А.В. Колчак и Ф.А. Матисен (первые капитаны этих судов). Плавание ГЭСЛО стало первым прохождением российской экспедиции Северным морским путем из Владивостока в Архангельск. В 1913 г. ГЭСЛО открыла Землю Императора Николая II (архипелаг Северная Земля) и ряд островов архипелага Де-Лонга, что стало последним значительным географическим открытием на земном шаре (рис. 2.2).

В 1914 г. Российская Империя обратилась к норвежским исследователям с просьбой провести операцию по поиску и спасению пропавших в 1913 г. полярных экспедиций Г.Я. Седова, Г.Л. Брусилова и В.А. Русанова. Отто Свердруп был назначен капитаном оснащенного радиостанцией поискового парового барка «Эклипс». Его судно прошло на восток и северо-восток на удалении от внешней кромки многочисленных прибрежных островов, на расстоянии всего 10 миль (~ 16 км) от тех мест, где в 1934 г. были обнаружены доказательства присутствия экспедиции В.А. Русанова. Зимой 1914–1915 гг. «Эклипс» пережидал у северо-западного берега полуострова Таймыр. Вечером 8 сентября 1914 г. радист с «Таймыра» услышал в эфире работу судовой радиостанции «Эклипса». Впервые в этой части Арктики последовал радиообмен: «*“Таймыр” и “Вайгач” находятся у островов Фирнлея. Скажите, кто вы и где*». Последовал ответ: «*“Эклипс”, экспедиция для поисков Брусилова и Русанова, находимся между островами Тилло и Маркгама. Свердруп*» [20].

Большое значение для изучения и промышленного освоения Арктики сыграла академическая Постоянная Полярная комиссия (ППК), организованная по инициативе В.И. Вернадского, А.П. Карпинского и И.П. Толмачева. ППК действовала с 1914 по 1936 гг., сформулировав приоритеты в научном изучении российских приарктических территорий. В дальнейшем исследования в Арктике координировались учреждениями Морского ведомства и Гидрометслужбы [2, 15; и др.].

Экспедиции до начала XX века не имели долгосрочных прогнозных сведений и, как правило, точных карт. Поэтому они пользовались местным многолетним опытом ориентирования и наблюдением за состоянием погоды. Например: «*Перед [Русской Полярной] экспедицией стоял вопрос: имеются ли признаки скорого освобождения моря от льда? Признаки эти, как известно, простые: над открытым морем – небо облачное, всегда темное, как говорится, «водяное»; над морем, покрытым льдом, – небо белое, «ледяное». Толль*

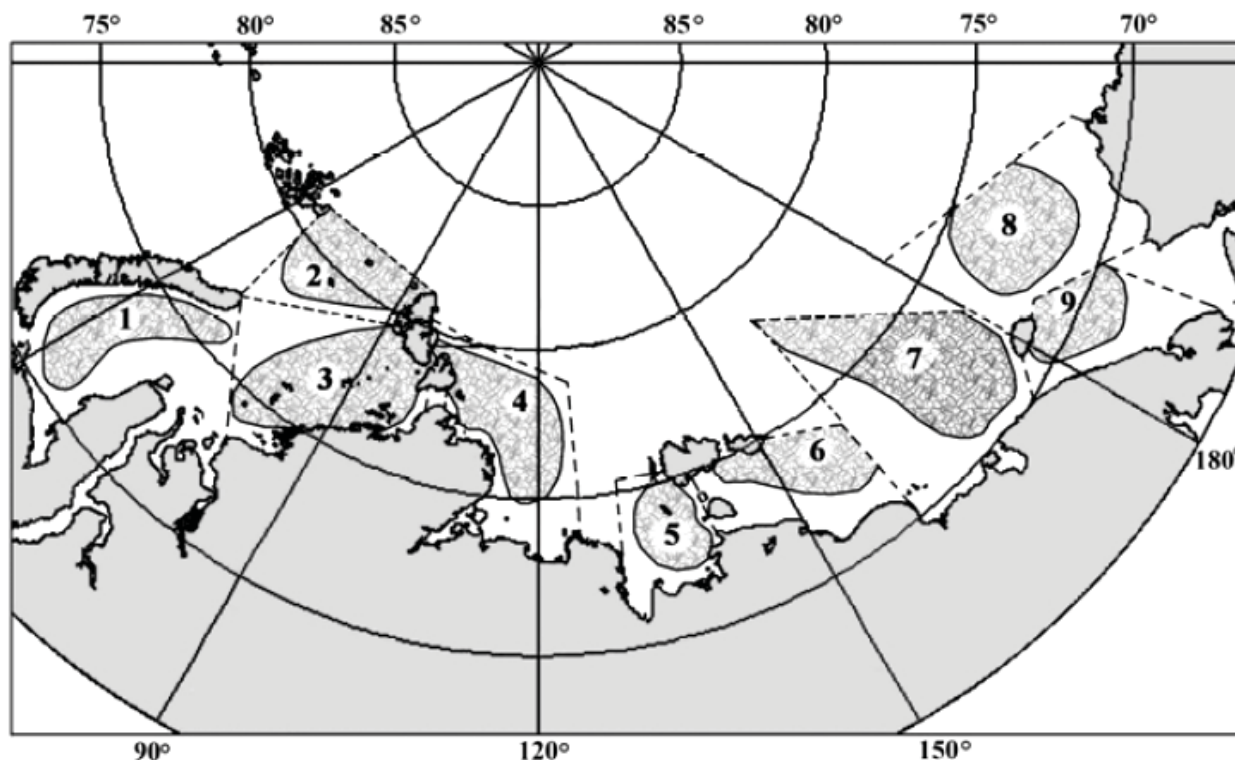


Рис. 2.1. Положение ледяных массивов в российских арктических морях:

1 – Новоземельский, 2 – Северный Карский, 3 – Североземельский, 4 – Таймырский, 5 – Янский, 6 – Новосибирский, 7 – Айонский, 8 – Северный Чукотский, 9 – Врангелевский. Пунктирными линиями показаны условные границы площадей массивов [7]

писал: «Наконец появилось резкое водяное небо, и 30 августа [1901 г.] проход очистился настолько, что мы прошли его [пролив Матисена] без всякого столкновения с плавающими льдами» [3]. Или: «Эскимосы не только знают свой край вдоль и поперек, но могут дать довольно точный очерк местности, через которую они проходили, и даже изобразить ее на карте... Ориентируются они по положению солнца, луны и звезд, – это, однако, имеет место в ясную погоду, в пасмурную же они пользуются направлением ветра, а в тихую пасмурную погоду вовсе избегают путешествий. После метели они нащупывают путь, ориентируясь направлением заструг. Для увеличения кругозора они взбираются на пригорок и оттуда... обозревают местность, запечатлевая выдающиеся точки в памяти... Про юкагиров сообщил нам г-н Воллосович, сопровождавший барона Толля до Ледовитого океана, что они ориентируются так прекрасно, что ошибок никогда не бывает. Солнце, а ночью звезды помогают им при этом. Ветры они знают так хорошо, что безошибочно определяют их смену, направление заструг им также оказывает немалую услугу» [1].

Регулярные метеорологические наблюдения в Арктике начались в 1914 г. на мысе Марре-Сале (западное побережье Ямала), на одной из трех первых полярных станций, организованных отделом торговых портов Министерства торговли и про-

мышленности. Еще две станции были построены на северо-западе о. Вайгач и у восточного входа в пролив Югорский Шар. На все проходящие в этом районе Арктики суда дважды в день передавались сводки о погоде, а также данные о ледовой обстановке (положении кромки и характере льда) в юго-западной части Карского моря.

С середины 1920-х гг. к освоению Советского сектора Арктики стали привлекать авиацию (так называемая «ледовая разведка»). Первым осуществил такие полеты Б.Г. Чухновский, пролетев для Карской экспедиции над льдами через пролив Маточкин Шар (Новая Земля) к устью р. Енисей. С 1937 г. такие полеты стали регулярными, и среди арктических ледяных полей были обнаружены крупные дрейфующие ледяные массивы, возвышающиеся на несколько метров над уровнем моря. В 1932 г., в рамках Второго Международного полярного года, была организована экспедиция на ледокольном пароходе «Александр Сибиряков». Судну удалось пройти за одну навигацию путь от Архангельска до Берингова пролива.

По результатам плавания «Александра Сибирякова» в 1932 г. было принято решение о создании специальной организации – Главного управления Северного морского пути (Главсевморпути), которому поручалось обеспечить безопасность судоходства от Белого моря до Берингова пролива. Главсевморпути проводило работы по созданию

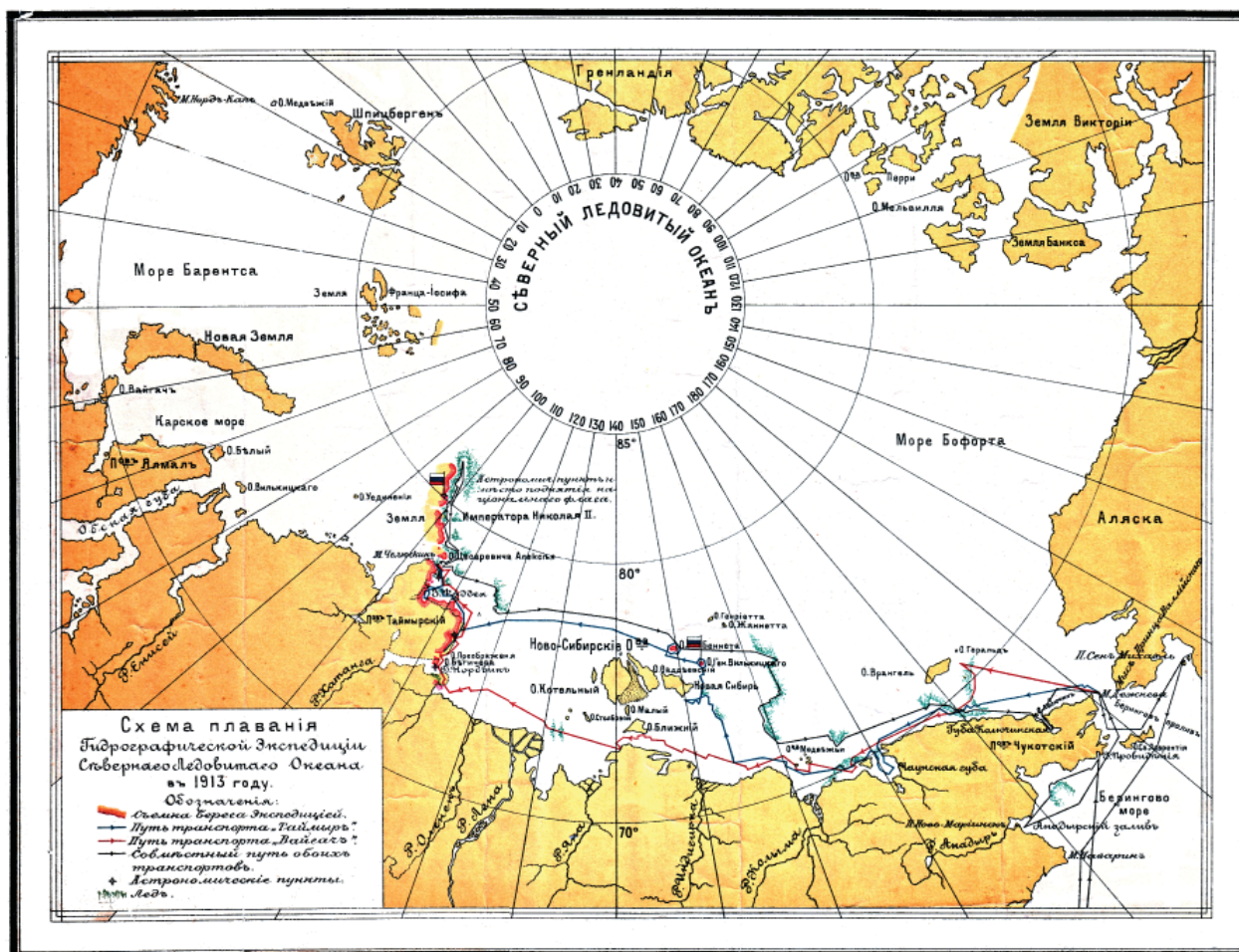


Рис. 2.2. Схема плавания Гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана (ГЭСЛО) в 1913 году.

Russian Hydrographic Service: Главное гидрографическое управление. М. Главное гидрографическое управление Морского министерства, 1913 г. Взято с сайта Википедия (URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Гидрографическая_экспедиция_Северного_Ледовитого_океана_\(1910—1915\)#/media/Файл:1913-map-arctic.png](https://ru.wikipedia.org/wiki/Гидрографическая_экспедиция_Северного_Ледовитого_океана_(1910—1915)#/media/Файл:1913-map-arctic.png)).

специального ледокольного и транспортного флота, по гидрографическому и авиационному обеспечению арктических навигаций, геологическим, гидрологическим, метеорологическим и географическим исследованиям, созданию на Советском Севере очагов социалистической индустрии.

В 1934 г. плавание Северным морским путем с востока на запад в одну навигацию совершил ледорез «Фёдор Литке» (капитан – Н.М. Николаев, научный руководитель – В.Ю. Визе). В 1955 г. «Фёдор Литке» установил мировой рекорд, достигнув $83^{\circ}11'$, не дойдя 440 морских миль (810 км) до Северного полюса; этой экспедицией был открыт желоб Литке – самая глубокая впадина в Северном Ледовитом океане (глубины 5 449 м). Желоб Литке расположен к югу от подводного хребта Гаккель, в ~ 350 км к северо-востоку от архипелага Шпицберген и в ~ 220 км к северу от острова Нордаустландет [4, 5, 21].

Первое грузовое сквозное плавание по Северному морскому пути (от Ленинграда до Владивостока) осуществили пароходы-лесовозы «Ванцет-

ти» и «Искра» в июле-октябре 1935 г.

1937 год был один из труднейших периодов навигации в Советской Арктике, когда почти весь флот, работавший в море Лаптевых, не смог вернуться к зиме на свои базы. Три ледокольных парохода были увлечены дрейфующим льдом в Центральную Арктику. Лишь годом спустя ледоколу «Ермак» удалось освободить из ледового плена пароходы «Малыгин» и «Садко», а третий, «Георгий Седов», дрейфовал 812 суток. Капитан К.С. Бадин отказался покинуть борт «Г. Седова», и в дальнейшем дрейфе с ним участвовала команда из 15 человек. Дрейф ледокольного парохода «Г. Седов» проходил в очень высоких широтах Арктики: 29 августа 1939 г. была достигнута самая северная точка – $86^{\circ}39'30''$ с. ш. и $47^{\circ}55'$ в. д. За время дрейфа «Г. Седов» выдержал 156 сжатий льдов, прошел путь протяженностью 6 100 км (в том числе 296 дней севернее 85° -й параллели) и закончил его 13 января 1940 г. в Гренландском море. На последнем этапе дрейфа «Г. Седов» из ледяного плена выводил не-

давно построенный ледокол «И. Сталин», в 1939 г. совершивший двойное сквозное плавание в одну навигацию – из Мурманска в бухту Угольная Анадырского залива Берингова моря и обратно. «Г. Седов» самостоятельно пришел в Мурманск в конце января 1940 г. [6, 14].

В 1937–1938 гг. состоялся дрейф первой в мире полярной научно-исследовательской станции «Северный полюс–1». И.Д. Папанин (начальник экспедиции), гидробиолог и океанолог П.П. Ширшов, астроном и магнитолог Е.К. Федоров и радист Э.Т. Кренкель провели в экспедиции 274 дня, пройдя на льдине более 2 000 км от полюса до берегов Гренландии и изучив метеорологические условия, морские течения и состояние льдов в центре Арктики [19].

В 1938 г. подводная лодка Д-3 «Красногвардеец» под командованием В.И. Котельникова, с испытательными целями, вместе с другими кораблями направлялась к дрейфующей станции «Северный полюс–1». Чтобы дойти до цели и попытаться снять со льдины экспедицию Д.И. Папанина, у подводников еще не было опыта, но впервые в истории мореплавания Д-3 около 30 минут провела подо льдами Арктики [22].

В 1940 г. в одну навигацию Северным Ледовитым океаном из Мурманска на Дальний Восток в подводном положении прошла подводная лодка Щ-423 под командованием И.И. Зайдулина. 3 августа 1958 г. американская атомная подводная лодка (АПЛ) «Наутилус» прошла через Берингов пролив в Гренландское море; не всплывая, она пересекла Северный полюс. 17 марта 1959 г. АПЛ «Скейт» достигла Северного полюса и установила на нем американский флаг. 17 июля 1962 г. советская атомная подводная лодка (ПЛА) «Ленинский комсомол» достигла Северного полюса в подводном положении. 29 сентября 1963 г. ПЛА К-818 совершила подледный поход в Арктику и всплыла на Северном полюсе. ПЛА К-14 с 30 августа по 17 сентября 1966 г. совершила подледный переход от Кольского полуострова до Камчатки, во время которого 19 раз всплывала в районе Северного полюса для поиска дрейфующей станции СП-15 и оказания медицинской помощи одному из полярников. Аналогичный поход с 20 августа по 5 сентября 1968 г. совершила ПЛА К-42, успешно всплыв у дрейфующей станции СП-16 [22].

В 1960 г. первое подводное кругосветное плавание совершила АПЛ «Тритон» под командованием капитана Эдварда Бича, за время которого лодка всплывала только один раз с целью эвакуации заболевшего матроса. В 1966 г. две ПЛА, К-116 и К-133, под командованием контр-адмирала А.И. Сорокина совершили первое советское подводное кругосветное плавание отряда из двух подводных лодок, не всплывая на поверхность [16].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В 1930–1940-е гг. ознаменовались общим потеплением в Арктике и сокращением площади

ледников на ~ 1 млн км² и уменьшением ледовитости СЛО. Потепление и сокращение ледяного покрова в СЛО длилось 30 лет. С середины 1940-х гг. наметилось понижение температуры воздуха в северо-западной Гренландии, Центральной Арктике, Канадском Арктическом архипелаге, а потом и в окраинных арктических морях. Похолодание особенно усилилось в 1960-х гг. (например, в Карском море среднее годовое значение температуры стало на 3° ниже, чем в 1940-е гг.). Как следствие похолодания, на 0,8 млн км² разрослась площадь ледяного покрова и увеличилась толщина льда, сместилась к югу граница тяжелых паковых льдов. Морские льды стали затруднять мореплавание и блокировать северное побережье Исландии, нарушив рыбный промысел в прибрежных водах. В конце 1960-х гг. температура воздуха стала расти, а площадь ледяного покрова – сокращаться (к середине 1970-х гг., по сравнению с максимумом в 1960-е гг., на 0,4 млн км²) [14].

2. Устойчивые вариации температуры и ледовитости Центральной Арктики за последние 100 лет говорят о том, что изменение средней температуры зимы на 5° приводило к изменению объема льда почти вдвое, а площадь ледяного покрова менялась на 10–15 % (или на 1 млн км²). За последние 100 лет количество льда в СЛО было наибольшим в конце 1910-х гг., а наименьшим – в конце 1930-х гг.

3. Климатические условия на Земле связаны с морскими ледяными покровами, которые очень устойчивы к внешним воздействиям. Появление льда в океане зависит, главным образом, от верхнего опресненного слоя морской воды. При современной структуре поверхностных вод Северного Ледовитого океана уничтоженные полярные льды быстро восстанавливаются в своих прежних размерах. Поэтому можно говорить об устойчивости современного климата, не способного измениться за короткое время даже при активных антропогенных воздействиях, таких, как изменение температуры воздуха вследствие «парникового эффекта». Ледовый режим Северного Ледовитого океана может измениться только в том случае, если будет нарушен баланс пресных вод в океане [14].

4. Природные льды могут существенно сокращаться под действием двух главных факторов: уменьшения прозрачности атмосферы и антропогенного увеличения концентрации двуокси углерода в ней. Еще одним фактором являются вулканические извержения, которые способны резко увеличивать количество аэрозоля в атмосфере. Продукты извержений могут подниматься в стратосферу до высоты 30–40 км и держаться там несколько лет, прежде чем выпасть на земную поверхность. Они уменьшают падающий на Землю поток солнечной радиации и приводят к похолоданию.

5. Крупные ледяные массы весьма инерционны в своей эволюции и не всегда следуют климатическим изменениям [14].

6. XX век ознаменовался активизацией работ

многих стран по исследованию и освоению Арктики. Россия и позже Советский Союз внесли неоценимый вклад в эти исследовательские и практические работы. Советскому Союзу удалось открыть и потом успешно эксплуатировать Северный морской путь для сквозной навигации из северной Атлантики в северный Тихий океан.

7. Существенное освобождение ото льдов Арктических морей в начале XX века, после завершения МЛП, стало положительным фактором для экономики России. Это отразилось в создании в 1932 году Главсевморпути (в настоящее время – Администрация Северного морского пути при Федеральном агентстве морского и речного транспорта) – организации, обслуживающей судоходство от Белого моря до Берингова пролива.

8. В 1984 г. подводная лодка К-279 в море Баффина (оно расположено между Северным Ледовитым и Атлантическим океанами, к западу от Гренландии) на глубине 197 м и на скорости 7 узлов (13 км/час) столкнулась с айсбергом и «упала» на глубину 287 м [22]. В арктических условиях при всплытии подводных лодок требуются сложные маневры, учитывающие форму и размер разводов, трещин или полыней. Необходимы также оценка состояния битого льда, образующегося при пробивании льда ограждением рубки, и внешние факторы, которые могут привести к обледенению корпуса лодки. Поэтому не следует ожидать, что появление новых технических средств, в том числе подводных, в наши дни обеспечивает полную безопасность при проведении полярных плаваний и исследований.

Работа выполнена в рамках базовой темы Лаборатории петрографии ИГЕМ РАН «Петрология и минерализация магматизма конвергентных и внутриплитных обстановок: история формирования крупных континентальных блоков», раздел «Музейные геологические коллекции и архивные материалы как информационные ресурсы для научных исследований и образовательных программ».

ЛИТЕРАТУРА

1. **Адлер Б.Ф.** Карты первобытных народов. – М.: Вече, 2020. 384 с.
2. **Бровина А.А.** Полярная комиссия АН СССР: к истории изучения европейского Севера России в начале XX века // Исторический журнал: научные исследования, 2016. № 3 (33).
3. **Виттенбург П.В.** Жизнь и научная деятельность Э.В. Толля. – М.-Л.: Изд. АН СССР. 1960. 246 с.
4. **Владина** Литке / Материал из Википедии – свободной энциклопедии // URL: https://ruwiki.press/es/Abismo_Litke.
5. **Глубина** Литке / Материал из Википедии – свободной энциклопедии // URL: https://wikiboard.ru/wiki/Litke_Deep.
6. **Дорофеев В.** Эпопея седовцев. 812 дней дрейфа во льдах 15-ти смельчаков. 2019/Статья на сайте ЯндексДзен//URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5ab78ae1f03173c25f692cdd/epopeia-sedovcev-812-dnei-dreifa-vo-ldah-15ti-smelchakov-5cf664bc2d133400afd9a060>.
7. **Думанская И.О.** Некоторые тенденции в изменении ледовых характеристик Арктических морей в XXI веке // Труды Гидрометцентра России. 2016. Вып. 2. С. 129–154.
8. **Зобнин А.Н.** К вопросу о Северном морском пути в истории полярной экспедиции В. Русанова // Арктика и Север. 2012. № 8.
9. **Зонн И.С., Костяной А.Г.** Карское море. Энциклопедия. – М.: Межд. отношения, 2013. 252 с.
10. **Зонн И.С., Костяной А.Г.** Море Лаптевых. Энциклопедия. – М.: Международные отношения, 2014. 200 с.
11. **Зонн И.С., Костяной А.Г., Семёнов А.В.** Восточно-Сибирское море. Энциклопедия. – М.: Международные отношения, 2014. 176 с.
12. **Карское море** / Сайт ФГБУ ААНИИ // URL: http://www.aari.ru/resources/a0011_12/manual_op/infoseas/kara.html.
13. **Колчак А.** Ледъ Карскаго и Сибирскаго морей. Санкт-Петербург: Тип. Императ. Акад. Наукъ, 1909. 169 с. / Статья на сайте ЛитРес // URL: <https://www.litres.ru/aleksandr-kolchak/led-karskogo-i-sibirskogo-morey/>.
14. **Котляков В.М.** Избранные сочинения в шести книгах. Книга 5. В мире снега и льда. – М.: Наука, 2002. 384 с.
15. **Красникова О.А.** Академия наук и исследования в Арктике: деятельность Полярной Комиссии в 1914–1936 гг. // Вопросы истории естествознания и техники. 2006. № 4.
16. **Кругосветное путешествие** / Материал из Википедии – свободной энциклопедии // URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Кругосветное_путешествие#XX_век.
17. **Прянишников Д.В.** История освоения Арктики // Наука и жизнь. № 4. 1935. С. 9–21.
18. **С.А. [автор].** Экспедиция Г.Я. Седова на Северный полюс // Наука и жизнь, 1937. № 4. С. 73–79.
19. **Северный полюс – 1** / Статья на сайте Русского географического общества // URL: <https://www.rgo.ru/ru/article/severnyu-polyus-1>. (Дата обращения 15.03.2022 г.)
20. **Старокадомский Л.** Через Ледовитый океан из Владивостока в Архангельск. Петроград: Тип. Морского Министерства, в Главном Адмиралтействе, 1916. 86 с. // URL: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/dd/Через_Ледовитый_океан_из_Владивостока_в_Архангельск_\(Старокадомский_1916\).pdf](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/dd/Через_Ледовитый_океан_из_Владивостока_в_Архангельск_(Старокадомский_1916).pdf).
21. **Фёдор Литке (ледокол)** / Материал из Википедии – свободной энциклопедии // URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Фёдор_Литке_\(ледокол\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Фёдор_Литке_(ледокол)).
22. **Флот России и культурные традиции Санкт-Петербурга** / Авт.-сост. А.А. Родионов. СПб.: Нестор-История, 2014. 512 с.

REFERENCES

1. Adler B.F. *Karty pervobytnykh narodov*. – M.: Veche, 2020. 384 s.
2. Brovina A.A. *Polyarnaya komissiya AN SSSR: k istorii izucheniya evropeyskogo Severa Rossii v nachale XX veka* // *Istoricheskiy zhurnal: nauchnye issledovaniya*, 2016. № 3 (33).
3. Vittenburg P.V. *Zhizn' i nauchnaya deyatel'nost' E.V. Tollya*. – M.-L.: Izd. AN SSSR. 1960. 246 s.
4. Vpadina Litke / *Material iz Vikipedii – svobodnoy entsiklopedii* // URL: https://ruwiki.press/es/Abismo_Litke.
5. Glubina Litke / *Material iz Vikipedii – svobodnoy entsiklopedii* // URL: https://wikiboard.ru/wiki/Litke_Deep.
6. Dorofeev V. *Epopeya sedovtsev. 812 dney dreyfa vo l'dakh 15-ti smel'chakov*. 2019 / *Stat'ya na sayte Yandeks Dzen* // URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5ab78ae1f03173c25f692cdd/epopeia-sedovcev-812-dnei-dreifa-vo-l'dah-15ti-smelchakov-5cf664bc2d133400afd9a060>.
7. Dumanskaya I.O. *Nekotorye tendentsii v izmenenii ledovykh kharakteristik Arkticheskikh morey v XXI veke* // *Trudy Gidromettsentra Rossii*. 2016. Vyp. 2. C. 129–154.
8. Zobnin A.N. *K voprosu o Severnom morskoy puti v istorii polyarnoy ekspeditsii V. Rusanova* // *Arktika i Sever*. 2012. № 8.
9. Zonn I.S., Kostyanoy A.G. *Karskoe more*. *Entsiklopediya*. – M.: Mezhd. otnosheniya, 2013. 252 s.
10. Zonn I.S., Kostyanoy A.G. *More Laptevskikh*. *Entsiklopediya*. – M.: Mezhdunarodnye otnosheniya, 2014. 200 s.
11. Zonn I.S., Kostyanoy A.G., Semenov A.V. *Vostochno-Sibirskoe more*. *Entsiklopediya*. – M.: Mezhdunarodnye otnosheniya, 2014. 176 s.
12. *Karskoe more* / *Sayt FGBU AANII* // URL: http://www.aari.ru/resources/a0011_12/manual_op/infoseas/kara.html.
13. Kolchak" A. *Led" Karskago i Sibirskago morey*. *Sankt-Peterburg: Tip. Imperat. Akad. Nauk*", 1909. 169 s. / *Stat'ya na sayte LitRes* // URL: <https://www.litres.ru/aleksandr-kolchak/led-karskago-i-sibirskago-morey/>.
14. Kotlyakov V.M. *Izbrannye sochineniya v shesti knigakh. Kniga 5. V mire snega i l'da*. – M.: Nauka, 2002. 384 s.
15. Krasnikova O.A. *Akademiya nauk i issledovaniya v Arktike: deyatel'nost' Polyarnoy Komissii v 1914–1936 gg.* // *Voprosy istorii estestvoznaniya i tekhniki*. 2006. № 4.
16. *Krugosvetnoye puteshestvie* / *Material iz Vikipedii – svobodnoy entsiklopedii* // URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Krugosvetnoye_puteshestvie#XX_vek.
17. Pryanishnikov D.V. *Istoriya osvoeniya Arktiki* // *Nauka i zhizn'*. № 4. 1935. S. 9–21.
18. S.A. *Ekspeditsiya G.Ya. Sedova na Severnyy polyus* // *Nauka i zhizn'*, 1937. № 4. S. 73–79.
19. *Severnyy polyus – 1* / *Stat'ya na sayte Russkogo geograficheskogo obshchestva* // URL: <https://www.rgo.ru/ru/article/severnyy-polyus-1>. (Data obrashcheniya 15.03.2022 g.)
20. *Starokadomskiy L. Cherez Ledovityy okean iz Vladivostoka v Arkhangel'sk*. Petrograd: Tip. Morskogo Ministerstva, v Glavnom Admiralteystve, 1916. 86 s. // URL: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/dd/Cherez_Ledovityy_okean_iz_Vladivostoka_v_Arkhangelsk_\(Starokadomskiy_1916\).pdf](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/dd/Cherez_Ledovityy_okean_iz_Vladivostoka_v_Arkhangelsk_(Starokadomskiy_1916).pdf).
21. *Fedor Litke (ledokol)* / *Material iz Vikipedii – svobodnoy entsiklopedii* // URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Fedor_Litke_\(ledokol\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Fedor_Litke_(ledokol)).
22. *Flot Rossii i kul'turnye traditsii Sankt-Peterburga* / *Avt.-sost. A.A. Rodionov*. SPb.: Nestor-Istoriya, 2014. 512 s.

