

## Научная статья

УДК 378.4:551.5:004

DOI: 10/24412/2658-4255-2022-4-34-52

## Для цитирования:

А.Ю. Шаронов, В.А. Шматков  
Атлас погоды для выполнения гидрографических работ в Арктике на примере Баренцева моря // Российская Арктика. 2022. № 19. С. 34–52

Получена: 23.11.2022  
Принята: 13.12.2022  
Опубликована: 27.12.2022



## АТЛАС ПОГОДЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ГИДРОГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ В АРКТИКЕ НА ПРИМЕРЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

А.Ю. Шаронов<sup>1</sup>, В.А. Шматков<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова», г. Санкт-Петербург, Россия. Заведующий кафедрой навигационной гидрометеорологии и экологии арктического факультета. Доцент, к.г.н.

[andreys Sharonov@mail.ru](mailto:andreys Sharonov@mail.ru)

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова», г. Санкт-Петербург, Россия. Профессор кафедры навигационной гидрометеорологии и экологии арктического факультета, д.т.н.

**Аннотация:**

По результатам исследований и литературных данных рассмотрена методология составления пособия «Атлас погоды для обеспечения гидрографических работ в Арктике». Проиллюстрирована необходимость учета ветра и волнения для планирования и эффективной работы гидрографических судов.

**Ключевые слова:** Атлас погоды, климатическая норма, морфометрическая характеристика, географическое положение моря, геоморфологическая характеристика, гранулометрический состав донных отложений, метеорологический режим, ветер и волнение, ледовый режим, ледовитость, толщина льда, ледовый класс судна

## WEATHER ATLAS FOR HYDROGRAPHIC WORK IN THE ARCTIC ON THE EXAMPLE OF THE BARENTS SEA

A.Yu Sharonov<sup>1</sup>, V.A. Shmatkov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Arctic Faculty of the S.O. Makarov GUMRF, St.Petersburg, Russian Federation. Associate Professor, PhD, Head of the Department of Navigational Hydrometeorology and Ecology.

[andreys Sharonov@mail.ru](mailto:andreys Sharonov@mail.ru)

<sup>2</sup> Arctic Faculty of the S.O. Makarov GUMRF, St.Petersburg, Russian Federation. Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Navigational Hydrometeorology and Ecology.

**Abstract:**

Based on the results of research and literature data, the methodology of compiling the manual «Weather Atlas for hydrographic work in the Arctic» is considered. The necessity of taking into account wind and waves for planning and efficient operation of hydrographic vessels is illustrated.

**Key words:** weather atlas, climatic norm, morphometric characteristics, geographical location of the sea, geomorphological characteristics, granulometric composition of bottom sediments, meteorological regime, wind and waves, ice regime, ice cover, ice thickness, ice class of the vessel

---

**Введение**

Слово «атлас», по-видимому, происходит от греческого *Atlas (Atlantos)*. В древнегреческой мифологии так назывались Атланты-титаны, держащие на своих плечах небесный свод в наказание за участие в борьбе с богами.

Свой основной труд, сборник карт о мире, в целом, фламандский картограф Меркатор намеревался озаглавить: «Атлас, или Космографические размышления об устройстве мира и получении изображения». На рис. 1 представлен титульный лист атласа Меркатора, который был выпущен в 1595 году уже после смерти Меркатора. Этот атлас является также и первым печатным морским атласом. Фигура Атланта, изображенная на титульном листе, и дала название сборнику карт. Со временем содержание атласов значительно расширилось. Появилось и другое значение сло-

ва. Атлас – это сборник таблиц, рисунков, чертежей, карт и т.п., относящихся к какой-либо области знания.



Рисунок 1 - Титульный лист атласа Меркатора. 1595г.

### Цель работы

Целью работы является разработка структуры и содержания атласа погоды для эффективного выполнения гидрографических работ.

При планировании того или иного типа гидрографических изысканий в Арктике зачастую устанавливаются сроки, обусловленные исключительно экономическими факторами в основном с учетом простоев по погодным условиям. Практика же показывает, что эффективность морской деятельности и, в частности, гидрографических работ зависит от характера погоды и состояния поверхности моря. Планирование таких работ должно осуществляться с использованием многолетних наблюдений гидрометеорологических факторов, которые известны как «климатические нормы», и статистических характеристик, которые могут быть представлены в табличном или графическом виде. Это повторяемость и обеспеченность скоростей ветра по отдельным районам моря по месяцам и за весь год, аналогичные характеристики высот волн 3% обеспеченности по месяцам и за безледный период, длительность штормов и окон погоды для таких волн, длительность штормов и окон погоды для скоростей ветра и другие статистические характеристики. Они могут быть использованы и при отсутствии прогнозов по какой-либо причине уже непосредственно в процессе выполнения работ.

#### **Физико-географическая характеристика района работ.**

Основными физико-географическими характеристиками моря являются:

1. Географическое положение.
2. Морфометрическая характеристика моря.
3. Геоморфологическая характеристика дна.
4. Гранулометрический состав донных отложений.

**Географическое положение моря** обычно представляется в виде карты моря с детальным описанием (рис. 2).

Баренцево море расположено на шельфе Северного Ледовитого океана между северным побережьем европейского сектора Евразии и тремя группами архипелагов: Шпицберген, Земля Франца-Иосифа и Новая Земля. В Баренцевом море несколько сотен островов: архипелаги Шпицберген и Земля Франца-Иосифа, Новая Земля, острова Надежды, Колгуев и др. Небольшие острова, в основном, расположены вблизи материковой суши или более крупных островов. Береговая линия моря сложно-расчлененная и формирует многочисленные заливы, бухты, мысы, фьорды.

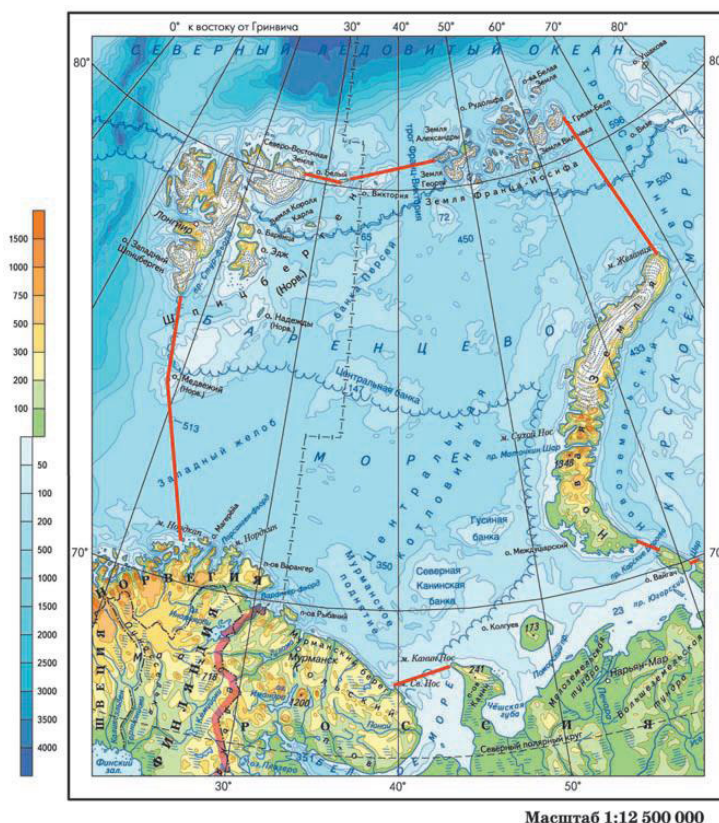


Рисунок 2 - Географическое положение Баренцева моря [1]

Морские границы этого моря проходят по линиям о. Серкапейя (арх. Шпицберген) – о. Медвежий – м. Нордкап, м. Святой Нос (Кольский п-ов) – м. Канин Нос, м. Желания (арх. Новая Земля) – м. Кользат (о. Грезм-Белл), м. Мэри Хармсуорд (о. Земля Александры) – о. Виктория – о. Белый – о. Ли-Смит о. Северо-Восточная Земля. В районе архипелага Земля Франца-Иосифа граница моря проходит по северным побережьям или оконечностям о-вов Земля Александры, Артура, Рудольфа, Ева-Лив, Грезм-Белл.

**Морфометрические характеристики**, такие как площадь моря, объем воды, средняя и максимальная глубина приводятся в виде таблиц. Для определения этих параметров используются крупномасштабные карты рельефа дна и набор навигационных карт масштаба от 1:750 000 до 1:2 000 000. Площадь моря определяется путем подсчета доли морской поверхности в трапециях со сторонами 20' по параллели и 1° по меридиану. Для определения объема морской воды определяется объем моря в этих же трапециях путем осреднения в них глубин. При таком способе оценки площади моря погрешность может быть от 0,07 до 0,2%.

Точность вычисления объема моря зависит от достоверности батиметрических карт. Случайные ошибки при снятии глубин с карты могут дать суммарную погрешность 0,3% объема моря.

**Геоморфологическая характеристика** дна (рельеф дна) представляется в виде карты с детальным описанием форм рельефа дна (рис. 3).

Дно Баренцева моря — сложно-расчлененная подводная равнина, несколько наклоненная к западу и северо-востоку; разность глубин в открытой части моря достигает 400 м; пересеченный рельеф дна существенно сказывается на гидрологических условиях моря. Наиболее глубокие районы Баренцева моря, в том числе и максимальная глубина, находятся в западной части моря.

Для рельефа дна, в целом, характерно чередование крупных структурных элементов — подводных возвышенностей и желобов, имеющих разные направления, а также существование многочисленных мелких (3–5 м) неровностей на глубинах менее 200 м и террасовидных уступов на склонах.

**Гранулометрический состав донных отложений.** В сентябре 2016 года в 67 рейсе НИС «Академик Келдыш» были проведены работы по изучению осадков в Баренцевом море. Работы проводились практически по всей акватории моря. Схема расположения станций отбора проб грунта представлена на рисунке 4.

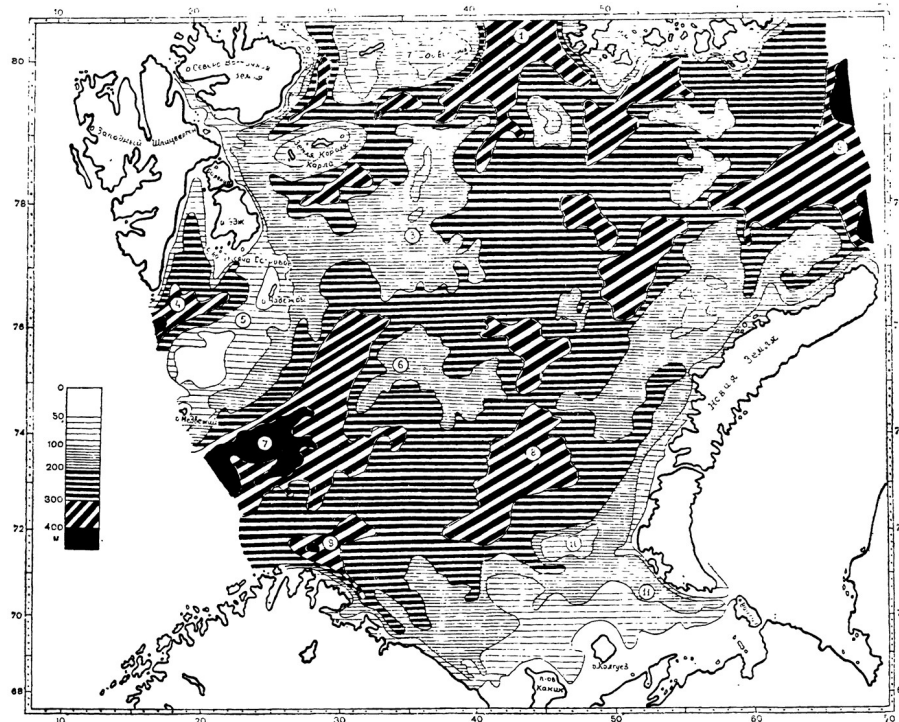


Рисунок 3 - Рельеф дна Баренцева моря [1]

- 1 — желоб Франца-Виктории; 2 — желоб Святой Анны; 3 — возвышенность Персея;  
 4 — Зюндкапский жёлоб; 5 — Шпицбергенская банка; 6 — возвышенность;  
 7 — Медвежинский желоб; 8 — Центральная впадина; 9 — Норвежский желоб

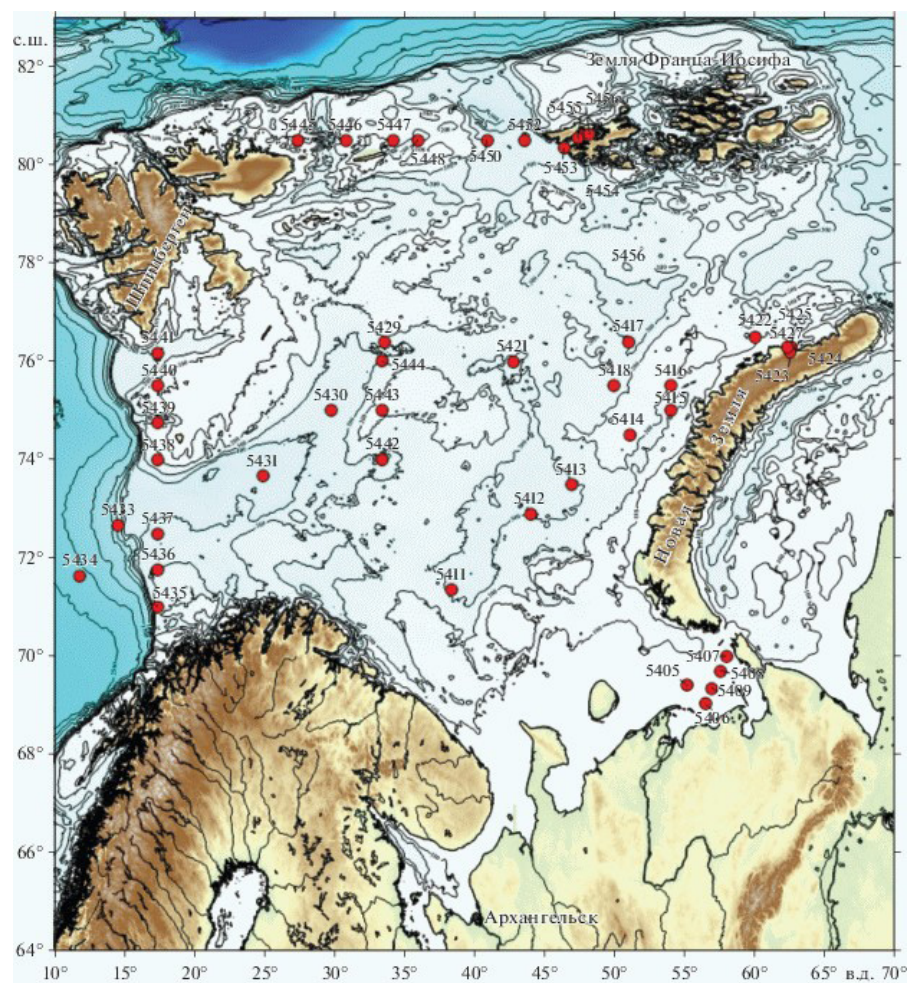


Рисунок 4 - Схема расположения станций в Баренцевом море (67-ой рейс НИС «Академик Мстислав Келдыш»)[2]

Исследования проводили как на разрезах, пересекающих основные потоки переноса осадочного вещества или идущих вдоль них, так и в районах с разными условиями осадконакопления, условно названных полигонами: Печорское море, Центрально-Баренцевоморский (Штокманский), залив Русская Гавань (Северный остров архипелага Новая Земля), пролив Кембридж (Земля Франца-Иосифа).

В качестве примера рассмотрим представление исследований на полигоне в Печорском море (рис.5).

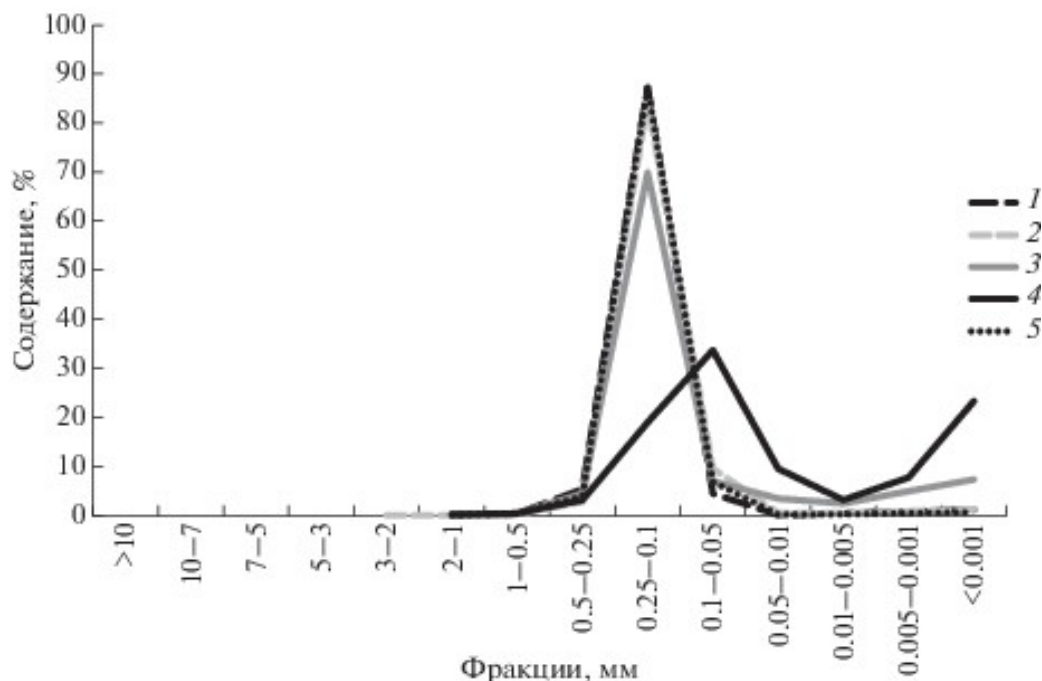


Рисунок 5 - Содержание гранулометрических фракций в поверхностном слое осадков на Печорском полигоне.  
Станции: 1 - 5405, 2 - 5406, 3 - 5407, 4 - 5408, 5 - 5409 [2]

**Полигон Печорское море.** Одним из источников поступления осадочного материала в Печорское море является река Печора. Осадочный материал речного происхождения поступает в акваторию Печорской губы, а затем уже часть его выносится в море с помощью стоковых и приливно-отливных течений. Распределение осадков в Печорском море представляет собой достаточно мозаичную картину. Для осадков, сформированных на малых глубинах, характерным является обогащение их песком.

На полигоне Печорское море поверхностный слой донных осадков представлен отложениями преимущественно песчаной и алевритово-песчаной размерности коричневого цвета с примесью незначительного количества гравийного и галечного материала. В осадке присутствует примесь раковинного материала, целые створки раковин моллюсков 3–5 см и их обломки. В осадках на станциях 5407, 5408 отмечено большое количество полихет и их чехлов. Среди песков преобладают мелкозернистые разности, в которых большую часть составляет фракция 0.25–0.1 мм (станции 5405, 5406, 5407, 5408, 5409). Среди песчаных отложений Печорского моря по гранулометрическому составу выделяются «чистые» пески, суммарное содержание песчаных фракций в которых составляет более 90% (на ст. 5405 пески составляют 92.87%, а на ст. 5409 – 91.57% (табл.1 [2])). Нижняя граница распространения «чистых» песков ограничивается изобатой 50 м, что соответствует зоне максимального волнового воздействия на дно.

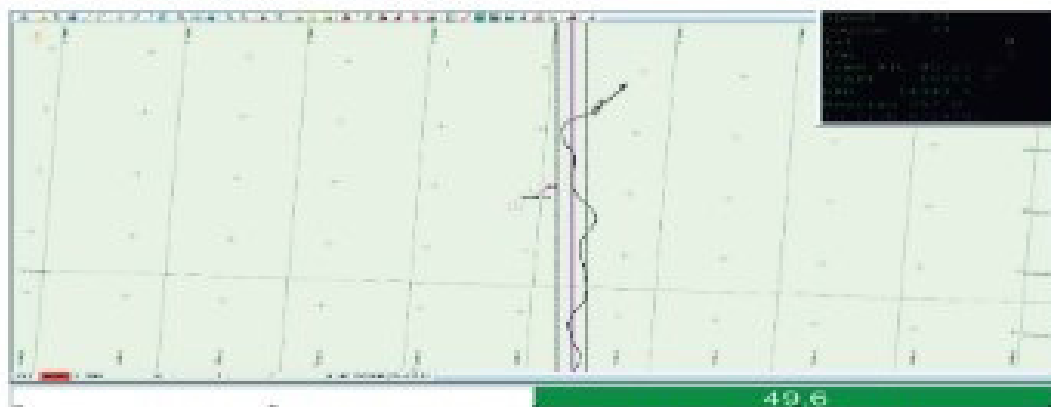
### Метеорологический режим

При выполнении гидрографических работ в период отсутствия ледяного покрова основное влияние на качество получаемых данных о рельефе дна оказывает скорость ветра и волнение моря. Удержание судна на рабочем профиле в момент записи данных становится затруднительным из-за порывов ветра и усиливающегося волнения (рис. 6). Подобная проблема лишает возможности записывать данные с заявленным равномерным перекрытием, а также может поставить под угрозу безопасность судна в момент разворотов, что зачастую становится причиной временной приостановки работ.

Таблица 1

*Гранулометрические характеристики поверхностного слоя осадков  
Баренцева моря [2]*

Станция	Широта, с.ш.	Долгота, в.д.	Глубина, м.	Гравий (0,1-10 мм), %	Песок (0,1-1 мм), %	Алеврит (0,01-0,1 мм), %	Пелит (0,01-0,1 мм), %	Md	So	Sk
Полигон Печорское море										
5405	69°25.02	55°15.01	33	0,27	92,87	4,55	2,31	0,157	1,30	1,00
5406	69°3.041	56°27.99	17	0,06	87,37	10,04	2,53	0,150	1,31	1,00
5407	70°0	57°58	47	0,28	74,64	10,38	14,7	0,139	1,39	0,99
5408	69°42.5	57°33	42	0,17	22,49	43,18	34,16	0,057	8,17	0,04
5409	69°21.3	56°55	20	0,09	91,57	7,03	1,31	0,155	1,30	1,00

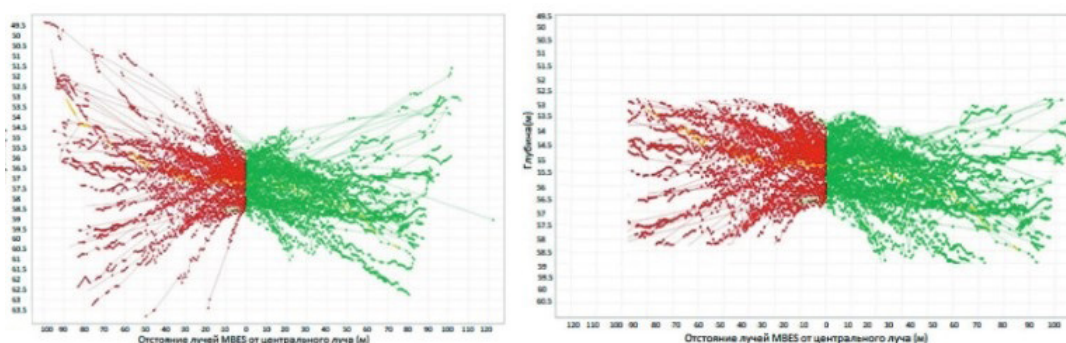


*Рисунок 6 - Изображение, полученное с навигационного экрана с расположением судна относительно запланированного галса, стрелкой направления его движения и треком движения [3]*

Появляется большое количество ошибочных измерений и пропусков данных, связанное с потерями сигнала приемной антенной многолучевого эхолота. Это затрудняет процесс обработки полученных данных и снижает их качество в целом (рис. 7).

а

б



*Рисунок 7 - Рельеф дна в разрезе, построенный по данным комплекса на базе многолучевого эхолота (МЛЭ) с большим количеством ошибочных измерений и пропусков: а – судно 1; б – судно 2 [3]. Условные обозначения: красным цветом обозначены лучи, находящиеся слева от центрального по направлению движения судна, зеленым – лучи, находящиеся справа от центрального луча*

При волнении затрудняется выполнение спуско-подъемных операций, что исключает получение достоверных данных о вертикальном распределении скорости звука (ВРСЗ), а это приводит к ухудшению качества съемки многолучевым эхолотом (МЛЭ) (рис. 8).

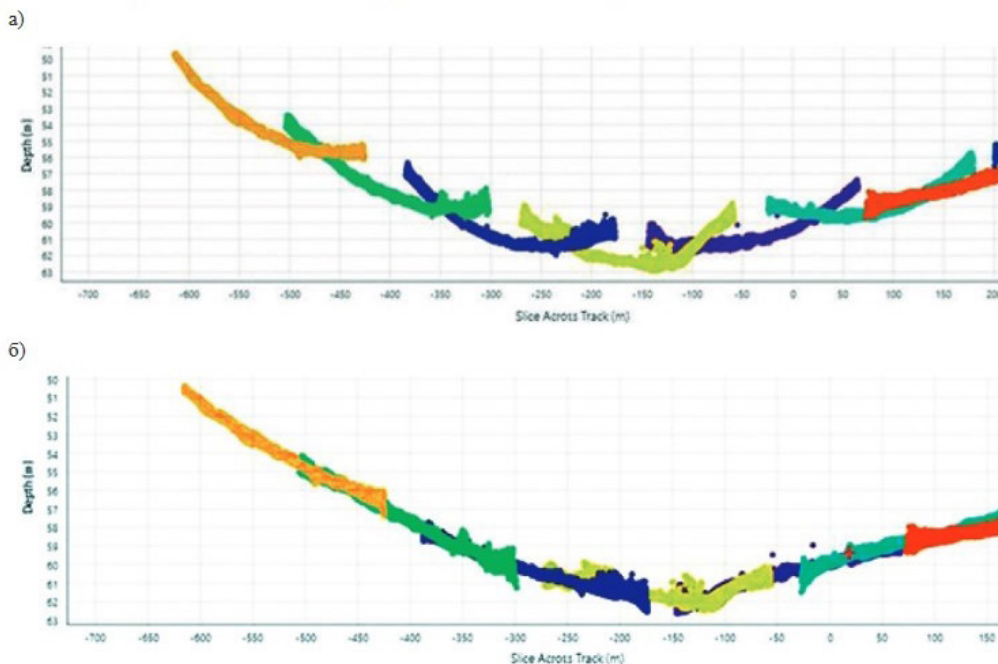


Рисунок 8 - Пример обработки участка съемки, выполненного с помощью промерного комплекса на базе МЛЭ: а — с неверными данными ВРСЗ и появлением рефракции; б — с использованием верного профиля скорости звука [3]

При работе комплексом оборудования на базе гидролокатора бокового обзора (ГБО) при волнении возникают трудности при приеме сигнала от маяка-ответчика, в результате чего определение положения буксируемого объекта (ГБО) является нестабильным. Это негативно сказывается на качестве получаемых изображений и точности их позиционирования (рис. 9).

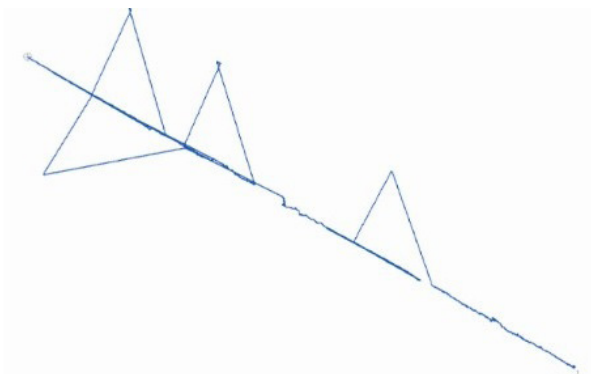


Рисунок 9 - Трек движения буксируемого объекта, построенный по данным системы подводного позиционирования, работающей в неблагоприятных погодных условиях [3]



Рисунок 10 - Пример данных съемки с использованием ГБО при высоком волнении моря [3]

На рис. 10 представлен фрагмент съемки с использованием ГБО при волнении моря. На рисунке видны искажения данных ГБО в виде белых полос пропусков из-за рывков кабель-троса, а также нестабильной работы системы подводного позиционирования. А в таблице 2 приведено количество искажений на данных ГБО на 1 км.

Таблица 2

*Количество искажений на данных ГБО на 1 км*

Волнение моря, баллы по шкале Бофорта	Высота волны, м	Среднее количество искажений на данных ГБО на 1 км
1	0,25	0
2	0,25-0,5	0
3	0,5-0,7	1-2
4	0,75-1,25	2-3
5	1,25-2	5
6	2-3	>8

### **Ветер и волнение**

Условия волнообразования любой акватории не остаются неизменными. Изменения связаны с прохождением барических образований (синоптическая изменчивость), годовой ритмикой (сезонная изменчивость) и долгопериодными вариациями циркуляционных процессов (межгодовая изменчивость). В справочниках и пособиях такая разномасштабная изменчивость представлена различными статистическими характеристиками: спектрами волн, режимными распределениями и их числовыми характеристиками (например, средними значениями, дисперсией, квантилями и т.п.). Пространственная и временная детализация режимных характеристик, полнота и разнообразие набора статистик зависит от целевой направленности изданий. Требования Российского морского регистра судоходства (далее Регистр) позволяют ограничиться сведениями о ветре и волнении для конечного набора квазиоднородных районов каждой из рассматриваемых акваторий какого-либо моря. Режимные характеристики ветра и волн делятся на экстремальные и оперативные. Первые определяют так называемый режим выживания сооружения или судна, а вторые - режим их повседневной эксплуатации. При расчетах оперативных характеристик, как правило, используют стандартные процедуры. Наибольшие трудности возникают при оценке экстремальных характеристик, как в силу их наибольшей важности и ответственности за конечный результат расчетов, так и из-за нерешенности многочисленных методических проблем. Первые справочные данные по морям, омывающим берега СССР, подготовил и издал Морской Регистр СССР в 1962 г. В 1974 г. Регистром подготовлено и издано справочное пособие по режиму ветра и волнения в океанах и морях. Это пособие до настоящего времени не потеряло своей актуальности и используется при решении многочисленных прикладных задач, например, для проектирования судов, их классификации по районам плавания, планирования работы морского и промыслового флотов и т.д. В издании 1974 г. по данным визуальных наблюдений за волнением и измерений ветра в табличном и графическом виде представлены сведения о повторяемости ветра и волнения по градациям для отдельных районов и сезонов, приводятся другие элементарные статистические данные (средние значения, дисперсии, параметры распределений и т.п.). Начиная с 70-х гг., в связи с освоением шельфа морей России, потребовались более детальные, чем ранее, сведения о ветре и волнении. В настоящее время для развития мореплавания, судостроения и освоения шельфа требуются повышенные требования к составу, полноте и достоверности сведений о режиме ветра и волнения. В то же время появилась возможность в значительной степени удовлетворить эти требования благодаря использованию современной информационной базы данных, совершенствованию старых и разработке новых методов гидродинамического и вероятностного моделирования полей ветра и волн. В 2003 г. Регистром изданы справочные данные по режиму ветра и волнения Баренцева, Охотского и Каспийского морей [5]. В части 2 справочника перечислены статистические характеристики, которые могут быть помещены в «Атлас погоды» при наличии достаточно



большого ряда наблюдений этих параметров:

- наибольшие скорости ветра, возможные 1 раз в год, 5, 10, 25, 50, 100 лет, без учета направлений, и по восьми румбам, с интервалами осреднения 1 час, 10 мин и 5 с (порывы);
- длительность штормов  $\xi$  и окон погоды  $\theta$  для скоростей ветра по градациям (через 5 м/с) – средние значения  $\bar{X}$ , среднеквадратические  $\sigma_x$  и максимальные  $\max[x]$  значения по месяцам;
- повторяемость (%) скоростей ветра (V.м/с) по направлениям  $\phi$ , повторяемость и обеспеченность скоростей ветра (V)%, и повторяемость направлений ветра ( $\phi$ )% - по месяцам и за весь год;
- высоты, периоды, длины волн (средние, 13%, 3%, 1%, 0,1% обеспеченности), и высоты гребней 0,1% обеспеченности, возможные 1 раз в год, 5, 10, 25, 50, 100 лет;
- длительность штормов  $\xi$  и окон погоды  $\theta$  для высот волн 3% обеспеченности по градациям (через 2 м) - средние значения  $\bar{X}$ , среднеквадратические  $\sigma_x$  и максимальные  $\max[x]$  значения - по месяцам;
- повторяемость (%) высот волн 3% обеспеченности ( $h_{3\%}$ , м) по направлениям  $\theta$ , повторяемость  $f(h)\%$  и обеспеченность  $F(h)\%$  высот волн, и повторяемость направлений волн  $f(\theta)\%$  - по месяцам и за безледный период в целом;
- совместная повторяемость (%) высот волн 3% обеспеченности ( $h_{3\%}$ , м) и средних периодов  $\tau$  (с), повторяемость  $f(\%)$  и обеспеченность  $F(\%)$  высот и периодов волн, и кривые регрессии  $m_h(\tau)$ ,  $m_\tau(h)$ .

При планировании гидрографических работ из представленных в работе справочных данных следует выбрать месяцы с повторяемостью ветров 6 баллов по шкале Бофорта. Для определения значения скорости ветра, эквивалентной шкале Бофорта в м/с или узлах Всемирная метеорологическая организация рекомендует использовать следующую таблицу (таблица 3):

Таблица 3  
Переводные шкалы для значений силы ветра по шкале Бофорта

Баллы по шкале Бофорта	Описательное наименование	Шкала, рекомендованная для использования при прогнозировании волнения		
		Эквивалентная скорость, м/с	Интервалы	
			м/с	узлы
0	Штиль	0,8	1 или 0	0-2
1	Тихий ветер	2,0	2	3-5
2	Легкий ветер	3,6	3-4	6-8
3	Слабый ветер	5,6	5-6	9-12
4	Умеренный ветер	7,8	7-9	13-16
5	Свежий ветер	10,2	9-11	17-21
6	Сильный ветер	12,6	12-14	22-26
7	Крепкий ветер	15,1	14-16	27-31
8	Очень крепкий ветер	17,8	17-19	32-37
9	Шторм	20,8	19-22	38-43
10	Сильный шторм	24,2	23-26	44-50
11	Жестокий шторм	28,0	26-30	51-57
12	Ураган		31 и более	58 и выше

Ветер 6 баллов – это сильный ветер в интервале (12-14 м/с). В таблицах Регистра это ветер в интервале 12-15 м/с. Примерное значение высоты значительных волн  $h_{1/3}$ , которые передаются в прогнозах ветрового волнения и на картах ветрового волнения определяются по формуле:

$$h_{1/3} \cong 0,22 \frac{(W_{10})^2}{g} \quad (1)$$

Где  $W_{10}$  - скорость ветра, измеренная на высоте 10 м, м/с.

Следовательно, при скорости ветра 12 м  $h_{1/3} \cong 3$  м, при скорости 14 м – 4,5 м, а 15 м примерно 5 м. Максимально возможная высота волны может достигать значения  $h_{max} = 1,6h_{1/3}$ , т.е. 7 м.

Наибольшая повторяемость в западной части Баренцева моря такого ветра наблюдается в декабре (табл. 5) 21,7%; в январе, феврале, марте, октябре и ноябре повторяемость в среднем 20%; в сентябре – 16,5%. Благоприятные месяцы - май 9,4%, июнь 6,9% и июль 5% (табл. 4).

Таблица 4

Повторяемость скоростей ветра ( $V, м/с$ ) по направлениям  $\phi$ , повторяемость  $f(V)$  и обеспеченность  $F(V)$  скоростей ветра, и повторяемость направлений ветра  $f(\phi)$ , % (июль)

$V(м/с)$	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	$f(V)$	$F(V)$
0-3	1,9	1,8	1,1	1,6	1,9	1,7	1,3	2,1	13,4	100,0
3-6	4,0	3,4	4,7	3,0	4,1	3,5	4,2	4,4	31,3	86,6
6-9	2,8	3,6	3,0	3,9	4,7	4,1	4,9	4,4	31,4	55,3
9-12	1,7	1,8	1,8	2,7	2,2	2,5	2,4	2,2	17,4	23,9
12-15	0,9	0,6	0,9	0,7	0,4	0,7	0,4	0,4	5,0	6,5
15-18	0,1	0,3	0,3	0,2	-	0,2	0,06	0,1	1,4	1,5
$\geq 18$	0,06	-	-	0,06	-	-	-	-	0,1	0,1
$f(\phi)$	11,5	11,5	11,8	12,3	13,3	12,7	13,2	13,7	100,0	-

Таблица 5

Повторяемость скоростей ветра ( $V, м/с$ ) по направлениям  $\phi$ , повторяемость  $f(V)$  и обеспеченность  $F(V)$  скоростей ветра, и повторяемость направлений ветра  $f(\phi)$ , % (декабрь)

$V(м/с)$	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	$f(V)$	$F(V)$
0-3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,7	0,3	0,3	0,2	3,0	100,0
3-6	1,4	1,6	1,2	1,7	1,5	0,8	0,7	0,7	9,7	97,0
6-9	2,4	3,2	2,2	3,0	2,9	1,0	1,5	1,9	18,1	87,3
9-12	5,0	5,2	2,8	2,6	2,2	1,9	1,4	1,3	22,4	69,2
12-15	4,5	5,0	2,9	3,2	2,2	1,5	1,2	1,2	21,7	46,8
15-18	3,2	3,5	1,9	2,0	1,8	1,1	1,0	0,6	15,0	25,1
18-21	1,9	1,4	0,8	1,1	0,9	0,3	0,5	0,06	6,9	10,2
21-24	0,2	0,4	0,2	0,3	0,4	0,2	0,4	0,2	2,2	3,3
24-27	0,1	0,1	0,06	0,2	0,1	0,06	0,1	0,06	0,9	1,1
$\geq 27$	0,06	-	0,06	-	-	0,06	-	-	0,2	0,2
$f(\phi)$	19,1	20,7	12,5	14,6	12,6	7,1	7,1	6,3	100,0	-

В результирующей таблице 6 приводятся такие же данные за весь год.

Таблица 6

Повторяемость скоростей ветра ( $V, м/с$ ) по направлениям  $\phi$ , повторяемость  $f(V)$  и обеспеченность  $F(V)$  скоростей ветра, и повторяемость направлений ветра  $f(\phi)$ , % (весь год)

$V(м/с)$	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	$f(V)$	$F(V)$
0-3	0,8	0,8	0,6	0,9	1,1	0,7	0,7	0,8	6,3	100,0
3-6	2,5	2,5	2,4	2,2	2,3	2,0	2,1	2,1	18,1	93,7
6-9	3,8	4,0	3,2	3,2	3,0	2,3	2,4	2,7	24,6	75,6
9-12	4,1	4,1	3,0	2,8	2,5	2,0	1,6	2,1	22,2	50,9
12-15	3,1	2,8	2,1	2,2	1,8	1,2	0,9	1,2	15,2	28,8
15-18	1,7	1,6	1,1	1,3	0,9	0,6	0,5	0,6	8,2	13,5
18-21	0,7	0,6	0,5	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	3,7	5,3
21-24	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,07	0,07	1,3	1,6
24-27	0,04	0,04	0,02	0,07	0,06	0,02	0,03	0,01	0,3	0,04
$\geq 27$	0,01	0,02	-	0,01	0,01	0,01	-	-	0,1	0,1
$f(\phi)$	17,1	16,7	13,2	13,5	12,2	9,2	8,5	9,7	100,0	-

Для характеристики высот волн приводятся таблицы повторяемости высот волн 3% обеспеченности по месяцам и за весь год. Наибольшая повторяемость высот волн 2-4 м наблюдается в октябре 48%, а наименьшая в июле – 21,3% (таблица 7)

Таблица 7

Повторяемость высот волн 3% обеспеченности ( $h_{3\%}$ , м) по направлениям  $\theta$ , повторяемость  $f(h)$  и обеспеченность  $F(h)$  высот волн, и повторяемость направлений волн  $f(\theta)$ , % (июль)

$h_{3\%}, M$	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	$f(h)$	$F(h)$
0-2	5,1	6,0	7,3	10,6	10,3	10,9	20,0	5,7	75,9	100,0
2-4	4,0	3,3	1,7	0,9	2,6	3,5	4,3	0,8	21,3	24,1
4-6	0,4	0,6	0,3	-	-	0,4	0,2	0,4	2,3	2,8
$\geq 6$	0,2	-	-	-	-	0,3	-	-	0,5	0,5
$f(\theta)$	9,8	10,0	9,3	11,5	12,9	15,1	24,5	7,0	100,0	-

Наименьшая повторяемость высот волн 4-6 м наблюдается в июне (табл. 8) В этом месяце повторяемость высоты волн  $\geq 4$  м составляет 1,9%.

Таблица 8

Повторяемость высот волн 3% обеспеченности ( $h_{3\%}$ , м) по направлениям  $\theta$ , повторяемость  $f(h)$  и обеспеченность  $F(h)$  высот волн, и повторяемость направлений волн  $f(\theta)$ , % (июнь)

$h_{3\%}, M$	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	$f(h)$	$F(h)$
0-2	6,1	10,5	13,2	9,1	5,2	11,7	13,5	6,9	76,2	100,0
2-4	1,0	3,2	3,1	2,1	3,3	5,9	2,4	0,7	21,9	23,8
$\geq 4$	0,4	-	0,1	1,0	-	0,1	0,1	0,1	1,9	1,9
$f(\theta)$	7,6	13,7	16,5	12,2	8,5	17,7	16,0	7,7	100,0	-

Наибольшая повторяемость этой градации 27,8% наблюдается в декабре таблице 9.

Таблица 9

Повторяемость высот волн 3% обеспеченности ( $h_{3\%}$ , м) по направлениям  $\theta$ , повторяемость  $f(h)$  и обеспеченность  $F(h)$  высот волн, и повторяемость направлений волн  $f(\theta)$ , % (декабрь)

$h_{3\%}, M$	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	$f(h)$	$F(h)$
0-2	2,5	2,9	2,6	1,2	1,6	2,4	0,8	0,7	14,8	100,0
2-4	7,0	4,2	4,1	5,1	3,0	5,6	3,4	2,1	34,7	85,2
4-6	5,5	3,5	1,4	2,6	4,3	4,5	4,6	1,2	27,8	50,5
6-8	2,9	2,7	0,9	1,9	2,1	1,9	2,0	0,2	14,7	22,7
8-10	1,3	0,1	1,0	1,0	0,6	0,3	1,2	0,4	5,9	8,0
10-12	0,5	0,1	0,1	0,4	-	-	0,2	0,2	1,5	2,0
$\geq 12$	-	-	-	0,4	-	-	0,1	-	0,5	0,5
$f(\theta)$	19,8	13,6	10,2	12,7	11,7	14,8	12,4	4,8	100,0	-

В таблице 10 представлены повторяемости и обеспеченности высот волн за безледный период.

Таблица 10

Повторяемость высот волн 3% обеспеченности ( $h_{3\%}$ , м) по направлениям  $\theta$ , повторяемость  $f(h)$  и обеспеченность  $F(h)$  высот волн, и повторяемость направлений волн  $f(\theta)$ , % (безледный период май – ноябрь)

$h_{3\%}, M$	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	$f(h)$	$F(h)$
0-2	4,3	5,4	5,5	5,1	5,0	6,6	8,4	3,3	43,6	100,0
2-4	5,2	4,3	3,6	4,2	4,1	5,8	4,7	2,2	34,1	56,4
4-6	2,1	1,6	1,3	2,1	1,9	2,4	1,8	0,9	14,0	22,3
6-8	0,9	0,6	0,4	0,8	0,7	1,0	0,7	0,2	5,3	8,3
8-10	0,3	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,5	0,09	2,2	3,0

$h_{3\%}, M$	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	$f(h)$	$F(h)$
10-12	0,1	0,08	0,02	0,08	0,03	0,09	0,09	0,04	0,5	0,8
$\geq 12$	0,02	0,04	-	0,06	0,05	0,05	-	-	0,2	0,2
$f(\theta)$	13,0	12,2	11,0	12,7	12,1	16,2	16,2	6,7	100,0	-

### Ледовый режим

В арктических морях и в морях, где в зимний период года образуется ледяной покров, эффективность морской деятельности вообще и гидрографических изысканий в частности, в значительной степени зависит от ледового режима акватории. Под ледовым режимом подразумевается устойчивая последовательность наступления и развития параметров и показателей ледяного покрова, которые обусловлены воздействием географического положения водоема, его морфометрией климатическими и гидрологическими факторами. В качестве примера рассмотрим ледовый режим Баренцева моря.

### Ледовитость

Ледовый режим Баренцева моря формируется под воздействием Атлантического и Северного Ледовитого океанов. Баренцево море практически никогда (даже в самые суровые зимы) не покрывается полностью льдом. Его юго-западная часть не замерзает, за исключением отдельных фьордов Мурманского побережья. Начало ледообразования в море зависит от теплозапаса воды в различных районах моря, а в северных районах – от площади старых льдов. Изохроны ранних, средних и поздних сроков начала устойчивого ледообразования показаны на рис. 11, рис. 12.

а)

б)

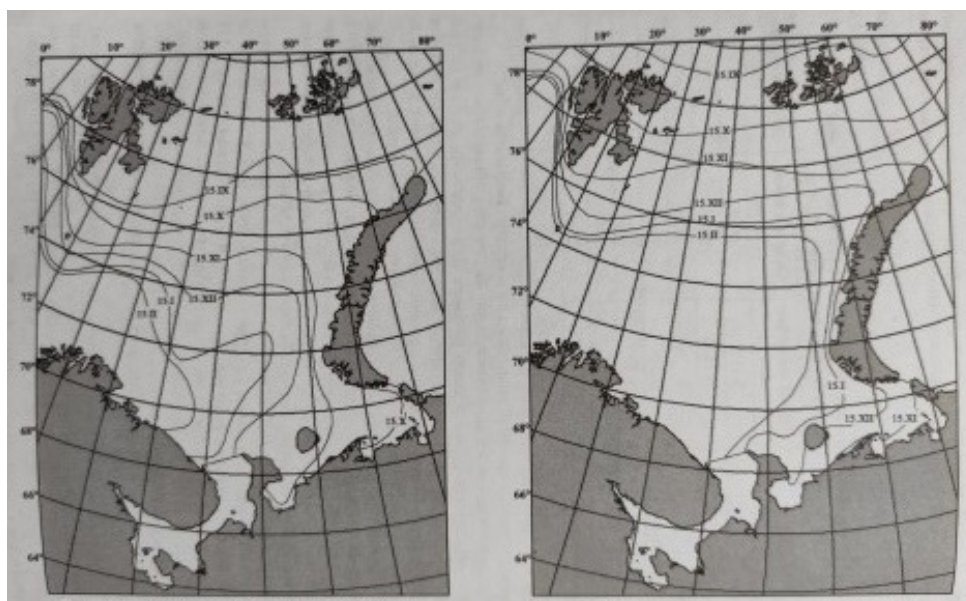


Рисунок 11 - Карта изохрон ранних и средних сроков устойчивого ледообразования в Баренцевом море: а) – ранних; б) – средних [4]

Раньше всего лед появляется в проливах Земли Франца-Иосифа и архипелага Шпицберген. Средняя дата устойчивого ледообразования приходится на 4 октября, ранняя дата – на 5 сентября и поздняя – на 3 ноября. На других участках моря молодой лед образуется позже вследствие более высокого прогрева поверхностного слоя воды. Со второй декады октября в результате усиливающего выноса льдов из Арктического бассейна и Карского моря и понижения температуры воды в северо-восточных районах моря количество льдов быстро увеличивается. В ноябре кромка льдов продвигается на юг и запад. Юго-западная часть Баренцева моря остается практически свободной ото льда. Льды образуются только в вершинах заливов, в устьях рек в виде берегового припая, который часто взламывается и выносится в море.

Для обеспечения безопасности мореплавания и эффективного использования средств гидрографических, транспортных и промысловых судов основными характеристиками ледового режима являются ледовитость и толщина льда. Ледовитость

показывает распространение льда в море или его части независимо от их сплоченности) возраста и других параметров. Ледовитость определяется отношением площади льдов к площади моря или его части и выражается в десятых долях. Максимальная ледовитость в Баренцевом море наблюдается в апреле (рис. 13).

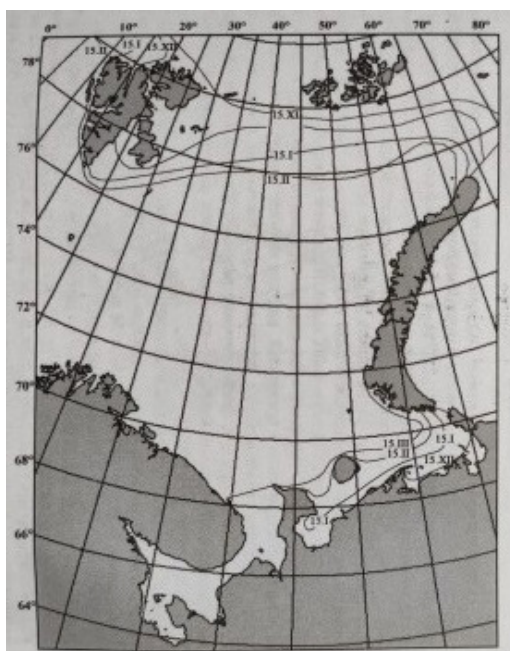
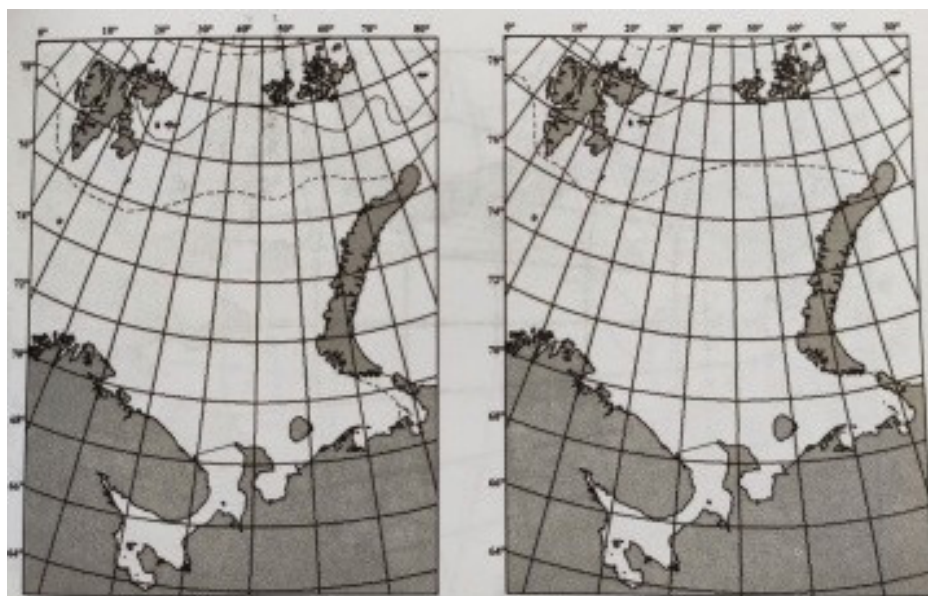


Рисунок 12 - Карта изохрон поздних сроков устойчивого ледообразования в Баренцевом море [4]



Рисунок 13 - Положение границ льда в Баренцевом море апрель [4]

Минимум ледовитости моря приходится на сентябрь (рис. 14).



август

сентябрь

Рисунок 14 - Положение границ льда в Баренцевом море на середину месяца: ---- — среднее; - - - — максимальное; - • - • - — минимальное [4]

Карты повторяемости наличия льда в мае по данным ледовых авиаразведок за 50-80 гг. XX века приведены на рис. 15.

Аналогичные карты, полученные по данным ИСЗ за первые 12 лет XXI века, показаны на рис. 16

Сопоставление карт на рис. 15 и рис. 16 показывает, что в апреле-мае изолинии 25, 50 и 75% сдвинулись на север: в северной части моря примерно на 90-140 км, в юго-восточной части и на востоке - на 50-90 км. Таким образом, произошли суще-

ственные изменения в положении этих повторяемостей. Например, повторяемость 50% в XXI веке сместилась на место, где во второй половине XX века была изолиния повторяемостью 75%. В июне-сентябре во всех районах моря наблюдается уменьшение повторяемости наличия льда на 20-30% по сравнению с повторяемостями второй половины XX века.

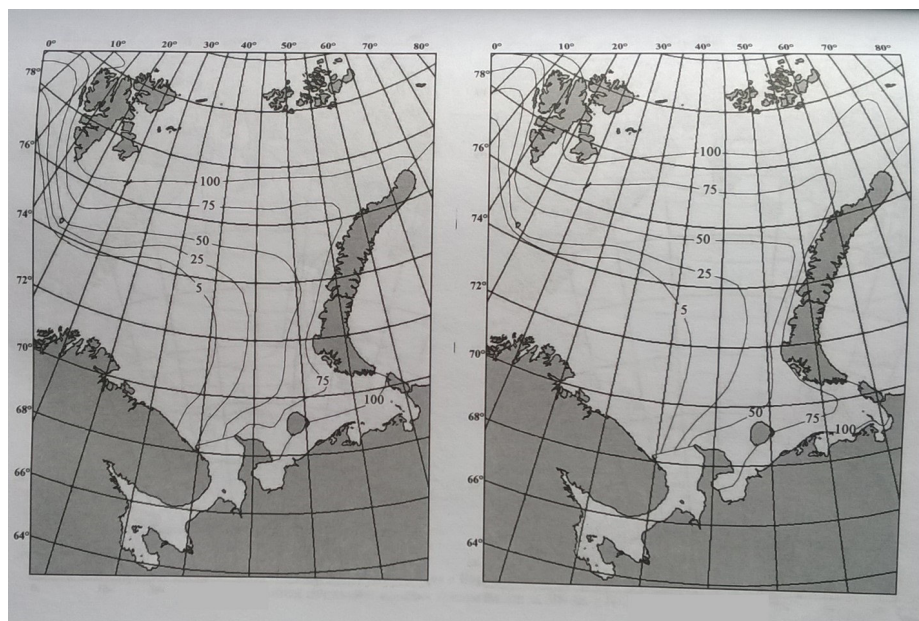


Рисунок 15 - Карта повторяемости наличия льда в мае XX века [4]

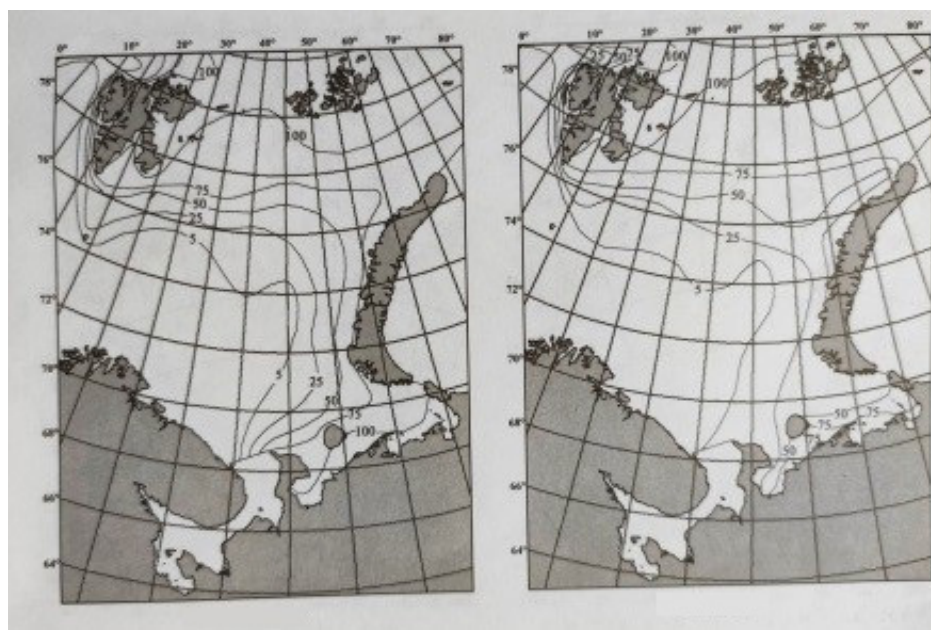


Рисунок 16 - Карта повторяемости наличия льда в апреле XXI века [4]

В вершинах бухт и фьордов, на Шпицбергене, в проливах Земли Франца-Иосифа, в заливах Новой Земли у островов: Белый, Виктория, Колгуев, а также в заливах южного побережья ежегодно устанавливается устойчивый припай. Вдоль открытого побережья Новой Земли и материкового побережья от пролива Югорский шар до мыса Канин Нос ширина припая не превышает нескольких сотен метров.

Климатические изменения XXI века существенно изменили даты ледообразования по сравнению со средними многолетними значениями. Даты устойчивого ледообразования сдвинулись в сторону более поздних сроков на 4-11 дней, даты очищения моря ото льда – в сторону более ранних сроков на 5-13 дней. Продолжительность ледового периода сократилась в среднем на 2-3 недели.

### Толщина льда

Значения толщины припайного льда для полных рядов наблюдений (48-49 лет) на гидрометеорологических станциях (ГМС) Баренцева моря и для первых 12 лет XXI века

приведены в таблице 11. Анализ таблицы показывает, что в XXI веке средняя толщина припайного льда по данным разных станций уменьшилась от 1 до 11 см, а максимальная – от 20 до 65 см.

Таблица 11

*Средняя и максимальная толщина припайного льда в Баренцевом море на момент наибольшего развития ледяного покрова в апреле-мае для всего периода наблюдений и для первых 12 лет XXI века (см) [4]*

ГМС	Средняя толщина льда за весь период наблюдений	Максимальная толщина льда за весь период наблюдений	Средняя толщина льда за 12 лет XXI века	Максимальная толщина льда за 12 лет XXI века
Бугрино	79	112	72	85
Индига	88	114	79	90
Константиновский	108	190	103	143
Варандей	114	158	111	135
Белый Нос	123	194	112	128
О.Хейса	100	164	99	143
Малые Кармакулы	115	171	105	120

В прикромочной зоне толщина дрейфующих льдов не превышает 30 см в конце зимы. В юго-восточной части моря толщина дрейфующего льда достигает 70-80 см, а наибольшая толщина наблюдается в северной части Баренцева моря и достигает 120-140 см. В северных районах нередко встречаются айсберги. Кроме льдов, которые образуются в пределах самого моря, в его северо-западную часть зимой поступают старые льды из Северного Ледовитого океана через пролив между островами Шпицберген Земля Франца-Иосифа. Толщина таких льдов может достигать 3 м. В северо-восточную часть Баренцева моря могут приноситься льды из северной части Карского моря, толщина которых может быть больше 2 м.

### Очищение моря ото льда

Процесс таяния и разрушения ледяного покрова Баренцева моря начинается в мае под действием солнечной радиации. Карта изохрон средних сроков полного очищения моря ото льда представлена на рис. 17.

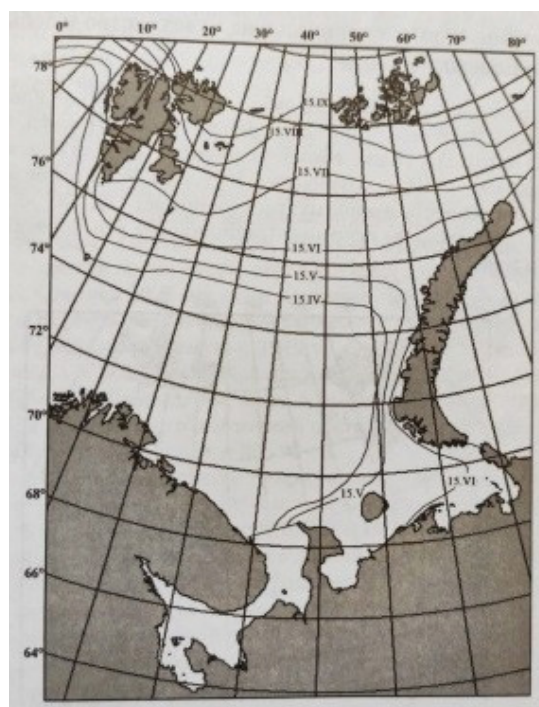


Рисунок 17 - Карта изохрон средних сроков полного очищения ото льда Баренцева моря [4]

В середине июня кромка льда располагается уже севернее 76° с.ш. в центральном районе, а на востоке моря подходит к берегам Новой Земли. К середине июля западные берега архипелага Новая Земля полностью освобождаются ото льда. Полностью освобождается ото льда и юго-восточная часть моря. В теплую часть года (май-август) над морем господствуют северные ветры. Лед дрейфует на юг, где он быстро разрушается под действием солнечной радиации и притока с юга более теплых вод.

### Влияние ледовых процессов на судоходство

Ледовые условия плавания судов в районах, покрытых льдом, подразделяются на «тяжелые», «средние», «легкие» и «чистая вода». Каждое судно должно иметь ледовый класс, присвоенный ему организацией уполномоченной на классификацию и освидетельствование судов. Критерии допуска судов в акваторию Северного морского пути (СМП) представлены в табл. 12 – 13 [5]. Районы 1,2,3,4,5,6,7, – это районы Карского моря при гидрометеорологическом обеспечении ледовой навигации. Районы 3 и 4 – это акватория моря, прилегающая к западному берегу островов Новая Земля. Здесь находится Новоземельская впадина. Ледовые условия этих частей Карского моря близки к ледовым условиям юго-восточной части Баренцева моря и характеризовать его ледовый режим плавания можно по таблицам 12-13 [5].

Таблица 12

Критерии допуска для судов без ледовых классов и с ледовыми классами Ise1- Ise3 с 1 июля по 15 ноября<sup>1</sup>

Ледовый класс судна	Способ ледового плавания	Районы акватории Северного морского пути						
		1,2,3, 4,5, 6,7	8,9, 10,11	12,13, 14	15,16, 17	18,19, 20,21	22,23, 24,27	25,26 28
		ТСЛЧ	ТСЛЧ	ТСЛЧ	ТСЛЧ	ТСЛЧ	ТСЛЧ	ТСЛЧ
Без ледового класса	СП	- - - +	- - - +	- - - +	- - - +	- - - +	- - - +	- - - +
	ПЛ	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++
Ise1	СП	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++
	ПЛ	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++
Ise2	СП	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++
	ПЛ	- + ++	- + ++	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++
Ise3	СП	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++
	ПЛ	- +++	- +++	- - ++	- - ++	- - ++	- - ++	- + ++

Таблица 13

Критерии допуска для судов с ледовыми классами Arc4 - Arc9

Ледовый класс судна	Способ ледового плавания	Районы акватории Северного морского пути						
		1,2,3, 4,5, 6,7	8,9, 10,11	12,13, 14	15,16, 17	18,19, 20,21	22,23, 24,27	25,26 28
		ТСЛЧ	ТСЛЧ	ТСЛЧ	ТСЛЧ	ТСЛЧ	ТСЛЧ	ТСЛЧ
Arc4	СП	- *+ +	- - + +	- - + +	- - + +	- - + +	- - + +	- *+ +
	ПЛ	+ + + +	+ + + +	- + + +	- + + +	- + + +	- + + +	- + + +
Arc5	СП	- *+ +	- - + +	- - + +	- - + +	- - + +	- - + +	- *+ +
	ПЛ	+ + + +	+ + + +	- + + +	- + + +	- + + +	- + + +	- + + +
Arc6	СП	*+ + +	- *+ +	- *+ +	- *+ +	- *+ +	- *+ +	- *+ +
	ПЛ	+ + + +	+ + + +	- + + +	- + + +	- + + +	- + + +	- + + +
Arc7	СП	+ + + +	*+ + +	*+ + +	*+ + +	*+ + +	*+ + +	*+ + +
	ПЛ	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +

<sup>1</sup> Для судов без ледовых классов и с ледовыми классами Ise1- Ise3 плавание в акватории СМП запрещено с 16 ноября по 31 декабря и с января по июнь. Описание границ районов акватории СМП приведено в приложении №3 к Правилам плавания в акватории СМП, утвержденным постановлением Правительства РФ от 18 сентября 2020 г. № 1487 «Об утверждении правил плавания в акватории Северного морского пути».



Ледовый класс судна	Способ ледового плавания	Районы акватории Северного морского пути						
		1,2,3, 4,5, 6,7	8,9, 10,11	12,13, 14	15,16, 17	18,19, 20,21	22,23, 24,27	25,26 28
		ТСЛЧ	ТСЛЧ	ТСЛЧ	ТСЛЧ	ТСЛЧ	ТСЛЧ	ТСЛЧ
Arc8	СП	+ + +	+ + +	* + +	* + +	* + +	* + +	+ + +
	ПЛ	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
Arc9	СП	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
	ПЛ	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +

Таблица 14

Критерии допуска для ледоколов с ледовыми классами Icebreaker6 – Icebreaker7<sup>2</sup> с 1 января по 30 июня и с 1 по 31 декабря

Ледовый класс судна	Способ ледового плавания	Районы акватории Северного морского пути						
		1,2,3, 4,5, 6,7	8,9, 10,11	12,13, 14	15,16, 17	18,19, 20,21	22,23, 24,27	25,26 28
		ТСЛЧ	ТСЛЧ	ТСЛЧ	ТСЛЧ	ТСЛЧ	ТСЛЧ	ТСЛЧ
Icebreaker6	СП	- - +	- - +	- - +	- - +	- - +	- - +	- - +
	ПЛ	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
Icebreaker7	СП	- + +	- + +	- + +	- + +	- + +	- + +	- + +
	ПЛ	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +

Условные обозначения, применяемые в таблицах:

СП - самостоятельное плавание;

ПЛ - плавание под проводкой ледокола;

Т - тяжелый тип ледовых условий;

С - средний тип ледовых условий;

Л - легкий тип ледовых условий;

Ч - чистая вода;

+ - плавание судна разрешено;

- - плавание судна запрещено;

\* - разрешено самостоятельное плавание с 1 июля по 30 ноября.

Анализируя сведения, представленные в таблицах 12 – 14 и карты ледовой обстановки (рис. 14-18) можно сделать следующие выводы.

**Легкий тип ледовых условий плавания.** Начальные, молодые (10-30 см) и тонкие однолетние льды до 0,7 м, возможно присутствие 25% средних однолетних льдов толщиной до 1,2 м. К самостоятельному плаванию допускаются все суда, имеющие ледовый класс (от Ice1 и выше).

**Средний тип ледовых условий.** Однолетний лед средней толщины 70-120 см в количестве 25% и более возможно присутствие 25% толстых однолетних льдов толщиной 120 см. Допускаются к плаванию суда ледового класса Arc6 и выше и суда категории Arc5 с 1 июля по 30 ноября.

**Тяжелые условия плавания.** Толстые однолетние льды толщиной 1,2 м в количестве 25% и старые льды толщиной больше 2 м в количестве 25%. К самостоятельному плаванию допускаются суда ледового класса Arc7 и выше и суда ледового класса Arc6 с 1 июня по 30 ноября.

Все суда ледового класса Arc4 и выше допускаются к плаванию под проводкой ледокола при всех условиях ледового плавания.

Суда без ледового класса допускаются к плаванию в акватории Северного морского пути только при отсутствии льда. При легких условиях допускается плавание под проводкой ледокола судов с ледовыми классами Ice1 – Ice3, и без ледового класса.

При средних ледовых условиях допускается плавание судов ледового класса Ice2 и Ice3 под проводкой ледокола.

На рис. 18, рис. 19 и рис. 20 показаны ледовые карты при легких, средних и тяжелых ледовых условиях плавания соответственно.

<sup>2</sup> Для судов с ледовым классом Icebreaker6 – Icebreaker7 в период навигации с 1 июля по 30 ноября разрешено плавание без ледокольной проводки. Для судов с ледовым классом Icebreaker8 – Icebreaker9 ограничения по плаванию в акватории СМП отсутствуют.

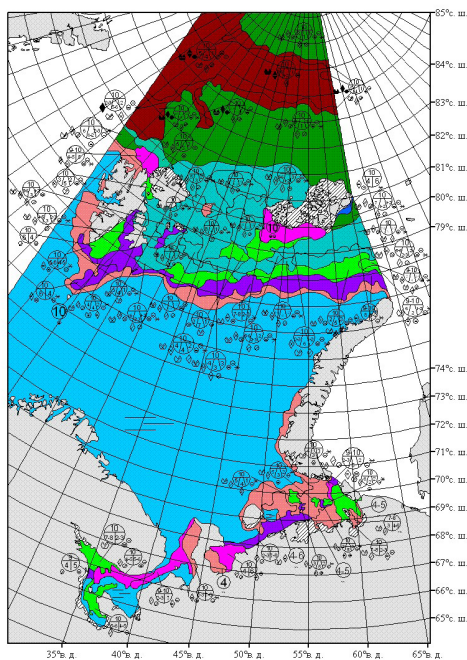


Рисунок 18 - Ледовая обстановка в Баренцевом море в апреле 2008 года

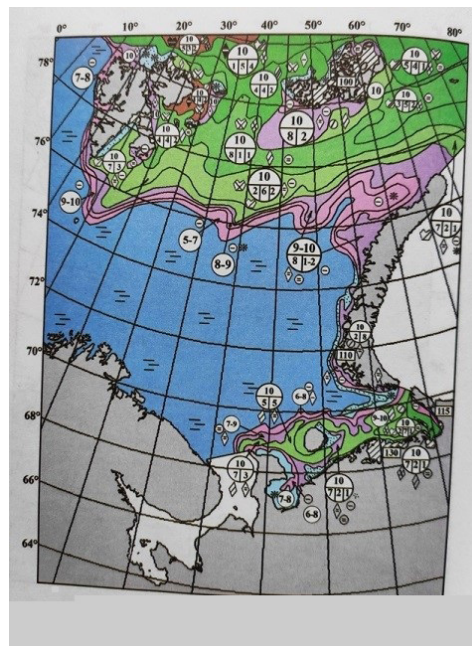


Рисунок 19 - Ледовая обстановка в Баренцевом море в апреле 2011 года

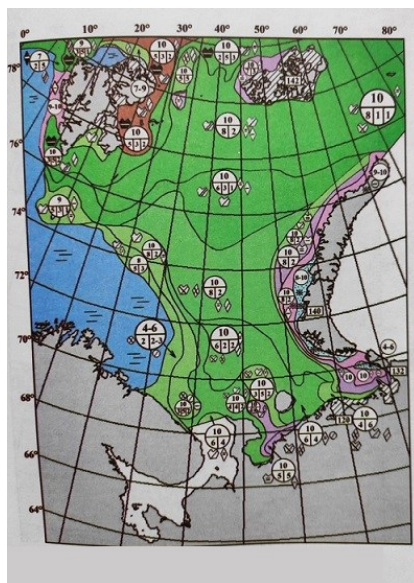


Рисунок 20 - Ледовая обстановка в Баренцевом море в апреле 1979 года

### Заключение

Работа гидрографических судов, кроме общего гидрометеорологического обеспечения работ в море, требует дополнительно специфического обеспечения. Это связано с характером и задачами, которые эти суда выполняют. В содержании «Атласа погоды» для гидрометеорологического обеспечения гидрографических работ в Арктике должны быть представлены четыре раздела:

- физико-географическая характеристика объекта работ;
- метеорологический режим, в котором представляются статистические характеристики ветра и высот волн;
- ледовый режим акватории моря;
- влияние ледовых условий на работу гидрографических судов.

Приведенные в статье таблицы повторяемости и обеспеченности ветров и высот волн, характеристика и сроки наступления фаз ледового режима могут служить основой для выбора благоприятных месяцев года для выполнения гидрографических работ с наибольшей эффективностью.

**Список литературы:**

1. Комплексные исследования в Баренцевом и Гренландском морях на НИС «Дальные зеленцы»/Д.В. Моисеев, Е.А. Горбуль, О.Ю. Кудрявцева и др.//Экспедиционная деятельность в рамках Международного полярного года 2007. СПб. 2009, с.25.
2. Алексеева Т.Н., Полетова Н.В., Козина Н.В. Гранулометрический состав поверхностного слоя донных осадков Баренцева моря. Океанология. 2020.Т60, № 6, стр.915-929.
3. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т.1 Баренцево море, вып.1 Гидрометеорологические условия. – Ленинград: Гидрометеоздат, 1990 – 281 с.
4. Багров Лео. История картографии/Пер. с англ. Н.И. Лисовой. – М.: ЗАО Центрполиграф, 2004. – 319 с. JSBN 5-9524-1078-2.
5. Думанская И.О. Ледовые условия морей европейской части России. – М.; Обнинск: Издательская группа «Социальные науки», 2014. – 608с.
6. Иванов В.В. Влияние размеров и осадки судна на качество выполнения комплексных гидрографических изысканий/ Р.В. Иванов, Д.А. Полубелов/Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адм. С.О. Макарова – 2019. – Т.11. - № 2 – с 332 – 339 – DOI: 1021821/2309-5180-2019-11-2-332-339.
7. Миронов Е.У. Ледовые условия в Гренландском и Баренцевом морях и их долгосрочный прогноз. – Санкт-Петербург: ААНИИ, 2004- 319с.
8. Моря российской Арктики в современных климатических условиях. СПб: ААНИИ, 2021. 360с.ил.
9. Правила плавания в акватории Северного морского пути. М.: Постановление Правительства Российской Федерации от 18 сентября 2020 года №1487. – 33 с.
10. Система Баренцева моря/под редакцией академика А.П. Лисицына – М.: ГЕОС, 2021, 672 с.
11. Справочные данные по режиму ветра и волнения Баренцева, Охотского и Каспийского морей. – СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2003. – 213с.
12. Шаронов А.Ю., География водных путей. - Учебник, - СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2017. – 392 с.

**References:**

1. Comprehensive research in the Barents and Greenland Seas at the Research Institute "Dal'nye zelentsy"/D.V. Moiseev, E.A. Gorbul, O.Y. Kudryavtseva et al.//Expedition activity within the framework of the International Polar Year 2007. St. Petersburg. 2009, p.25.
2. Alekseeva T.N., Poletova N.V., Kozina N.V. Granulometric composition of the surface layer of bottom sediments of the Barents Sea. Oceanology. 2020.T60, No. 6, pp.915-929.
3. Hydrometeorology and hydrochemistry of the seas of the USSR. Vol.1 Barents Sea, issue 1 Hydrometeorological conditions. – Leningrad: Hydrometeoizdat, 1990 – 281 p.
4. Bagrov Leo. History of cartography/Translated from the English by N.I. Lisova. – М.: ZAO Tsentrpoligraf, 2004. – 319 p. JSBN 5-9524-1078-2.
5. Dumanskaya I.O. Ice conditions of the seas of the European part of Russia. – М.; Obninsk: Publishing Group "Social Sciences", 2014. – 608s.
6. Ivanov V.V. The influence of the size and draft of the vessel on the quality of complex hydrographic surveys/ R.V. Ivanov, D.A. Polubelov/Bulletin of the State University of Marine and River Fleet named after Adm. S.O. Makarov – 2019. – Vol.11. - No. 2 – from 332 – 339 – DOI: 1021821/2309-5180-2019-11-2-332-339.
7. Mironov E.U. Ice conditions in the Greenland and Barents Seas and their long-term forecast. – St. Petersburg: AANI, 2004- 319с.
8. Seas of the Russian Arctic in modern climatic conditions. St. Petersburg: AANI, 2021. 360с.il.
9. Rules of navigation in the waters of the Northern Sea Route. М.: Decree of the Government of the Russian Federation of September 18, 2020 No. 1487. – 33 p.
10. The Barents Sea system/ edited by Academician A.P. Lisitsyn – М.: GEOS, 2021, 672 p.
11. Reference data on the wind and wave regime of the Barents, Okhotsk and Caspian Seas. – St. Petersburg: Russian Maritime Register of Shipping, 2003. – 213s.
12. Sharonov A.Yu., Geography of waterways. - Textbook, - St. Petersburg, Publishing house of the GUMRF named after S.O. Makarov, 2017. – 392 p.