

Министерство природных ресурсов и экологии РФ  
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу  
окружающей среды

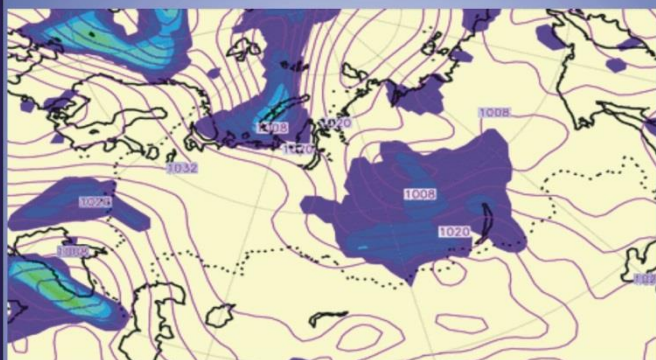


Государственный научный центр РФ  
Арктический и антарктический научно-  
исследовательский институт

# ОБЗОР

## гидрометеорологических процессов в Северном Ледовитом океане

I квартал 2022





## СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ.....	2
ВВЕДЕНИЕ .....	3
1 Метеорологические условия в северной полярной области .....	4
1.1. Мониторинг крупномасштабных атмосферных процессов и метеорологические условия в полярном районе Северного полушария за период с января по март 2022 г. ....	4
2 Ледовые условия и процессы в Северном Ледовитом океане и его морях в январе — марте 2022 года.....	18
3 Гидрологические и гидрохимические условия Северного Ледовитого океана и его морей в 1 квартале 2022 г. ....	35
3.1. Термохалинные условия.....	35
3.2 Уровень арктических морей.....	40
3.3 Ветровое волнение на акватории арктических морей .....	46



## ВВЕДЕНИЕ

Настоящий обзор содержит описание особенностей развития метеорологических, ледовых и гидрологических процессов в Северном Ледовитом океане и его морях в I квартале 2022 г. Фактическая информация для составления обзора была получена по данным государственной наблюдательной сети, центров приема спутниковой информации Росгидромета, экспедиционных исследований, проводимых в рамках национальных программ, и наблюдений непосредственно на береговых и научной обсерватории «Мыс Баранова».

Обзор продолжает серию ежегодных обзоров, описывающих развитие метеорологических, ледовых и гидрологических процессов в Северном Ледовитом океане.

Метеорологический раздел посвящен описанию особенностей развития крупномасштабных метеорологических процессов и изменчивости различных метеорологических элементов. В составлении раздела принимали участие специалисты лаборатории долгосрочных метеорологических прогнозов (ответственный — зав. лабораторией канд. геогр. наук В.В. Иванов).

Ледовый раздел посвящен описанию развития ледяного покрова и особенностям ледовых явлений в океане, арктических морях и устьевых областях основных арктических рек. Основой для такого анализа послужили данные постоянного спутникового мониторинга, экспедиционных наблюдений на судах и дрейфующих станциях и архивные климатические данные. В составлении раздела принимали участие специалисты отдела ледового режима и прогнозов (ответственные — зав. лабораторией канд. геогр. наук А.В. Юлин и зав. лабораторией канд. геогр. наук В.М. Смоляницкий).

Гидрологический раздел посвящен описанию гидрологических и гидрохимических условий в Северном Ледовитом океане и его морях. В составлении раздела принимали участие специалисты отдела океанологии (ответственный — зав. отделом канд. физ.-мат. наук И.М. Фильчук К.В.).

Общее руководство подготовкой обзора осуществлялось директором ААНИИ, доктором геогр. наук А.С. Макаровым.

Обзор предназначен для широкого круга специалистов, занимающихся изучением природной среды Арктики и осуществляющих хозяйственную деятельность в этом регионе.



## 1 Метеорологические условия в северной полярной области

### 1.1. Мониторинг крупномасштабных атмосферных процессов и метеорологические условия в полярном районе Северного полушария за период с января по март 2022 г.

В данном разделе приводятся основные результаты мониторинга атмосферных процессов различного пространственно-временного масштаба и метеорологических условий в полярном районе Северного полушария за период с января по март 2022 г.

Анализ и оценка тенденций развития процессов в первом квартале проводился с учетом процессов за предшествующий период январь — декабрь 2021 г., особенности которого более подробно были представлены ранее.

При анализе и диагнозе крупномасштабных процессов учитывались основные элементы ОЦА: местоположение центра планетарного циркумполярного вихря изобарической поверхности 500 гПа, географическая ориентация планетарной фронтальной зоны, состояние длинных термобарических волн, развитие стационарных циклонов и антициклонов (центров действия атмосферы) и траектории фронтальных циклонов и антициклонов.

Оценка пространственно-временной изменчивости процессов производилась средствами комплексного аэросиноптического анализа термобарических полей в толще тропосферы путем выделения квазиоднородных циркуляционных периодов с однонаправленным развитием крупномасштабных процессов по классификации Г.Я. Вангенгейма-А.А. Гирса. Формы (атлантико-евразийский сектор) и типы (тихоокеано-американском сектор) отражают основные состояния атмосферы в двух секторах северного полушария.

Каждая из форм и типов имеет ряд разновидностей, отражающих возможные варианты перестроек от одного макропроцесса к другому. Разновидности макропроцессов на полушарии имеют значимые различия в направленности крупномасштабных атмосферных процессов, состоянии и пространственной локализации основных центров действия атмосферы. При этом для каждой из разновидностей характерна географическая ориентация основных блокирующих гребней антициклонов, влияющих на более высокоширотные или более низкоширотные по сравнению с нормой траектории циклонов в Арктику в системах исландского и алеутского минимумов.

В результате мониторинга процессов различного пространственно-временного



масштаба с января по март 2022 г. были выявлены следующие особенности их развития.

**Фоновые особенности** развития крупномасштабных атмосферных процессов за первый квартал 2022 г. представлены в виде среднемесячных значений и аномалий числа дней с основными формами и типами циркуляции по классификациям Г.Я. Вангенгейма и А.А. Гирса и карт средних полей геопотенциала изобарической поверхности 500 гПа, приземного давления и температуры воздуха и их аномалий.

За период с января по март 2022 г. в первом секторе Северного полушария наибольшую повторяемость имели атмосферные процессы западной (W) формы циркуляции, во втором секторе — меридиональные процессы типа  $M_2$  (табл. 1.1.1).

Таблица. 1.1.1

**Значения числа дней с формами и типами циркуляции и их отклонения от нормы в период с января по март 2022 г.**

Показатель	Индексы циркуляции атмосферы					
	Форма			Тип		
	W	C	E	З	$M_1$	$M_2$
Число дней	50	17	23	8	29	53
Аномалия	19	-3	-16	-15	8	7

Анализ процессов показал, что в январе — марте 2022 г. выделяется ряд естественных стадий с однонаправленным развитием крупномасштабных атмосферных процессов.

Ход среднемесячных значений аномалий числа дней с основными формами и типами циркуляции атмосферы в период с января по март 2022 г. представлен на рис. 1.1.1.

Схема развития и перестройки крупномасштабных атмосферных процессов в Северном полушарии с января по март 2022 г. выглядит следующим образом:

**Январь –  $W_{M_2}$  → Февраль -  $W_{M_1}$  → Март –  $(E+W)_{M_2}$**

Отмеченные тенденции в перестройках крупномасштабные атмосферных процессов Северного полушария нашли свое отражение в изменении метеорологических условий каждого месяца в полярном районе Арктики.

В первом квартале во всех месяцах полярный район находился преимущественно под влиянием циклонов Северной Атлантики. В среднем за период фон давления ниже нормы на 1 гПа. Наибольшая активизация циклонической деятельности отмечалась в феврале, когда фон давления резко понизился.

По сравнению с прошлым годом произошло резкое понижение фона давления на 9 гПа (от положительной аномалии +8 гПа в 2021 г. к отрицательной -1 гПа в 2022 г.).



Изменения средних месячных значений аномалий давления от месяца к месяцу в центральном полярном районе Арктики представлены на рис. 1.1.2.

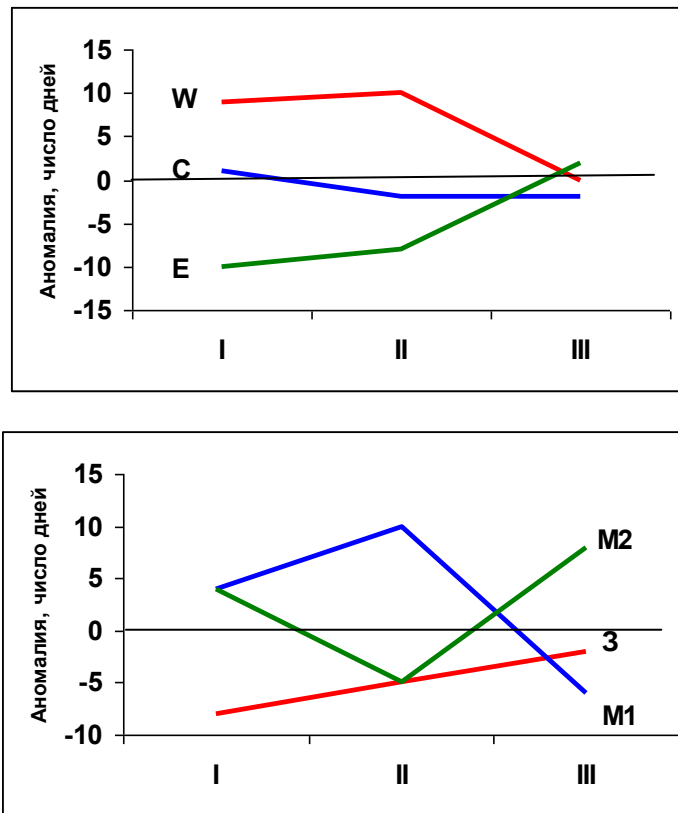


Рис. 1.1.1. Ход среднемесячных значений аномалий числа дней с основными формами и типами циркуляции атмосферы в период январь — март 2022 г.

W – западная форма, E – восточная форма, C – меридиональная форма,  
Z – зональный тип, M<sub>I</sub> – первый меридиональный тип, M<sub>II</sub> – второй меридиональный тип

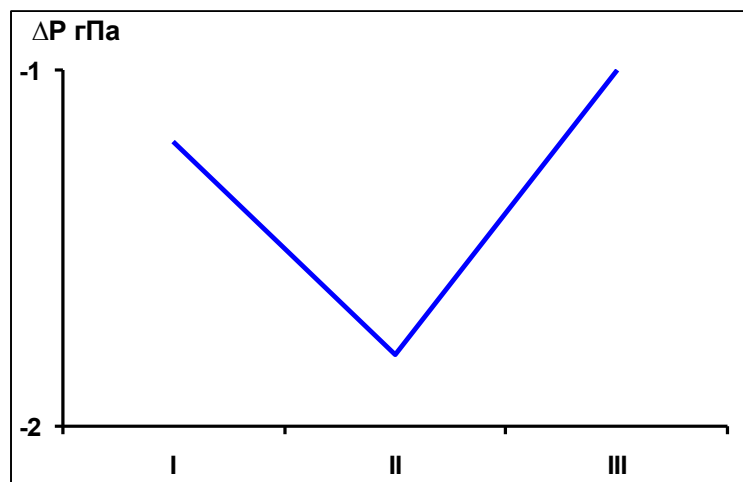


Рис. 1.1.2. Средние месячные значения аномалий давления (гПа) в январе — марте 2022 г. в полярном районе Арктики.

В течение первого квартала 2022 г. над полярным районом преобладала устойчивая



адвекция теплых воздушных масс. В среднем за период фон температуры выше нормы на 4 °С. Наиболее высокие аномалии температуры до значений до 6 °С отмечались в марте.

Изменения в январе — марте 2021 г. среднемесячных значений аномалий температуры в среднем по полярному району представлены на рис. 1.1.3.

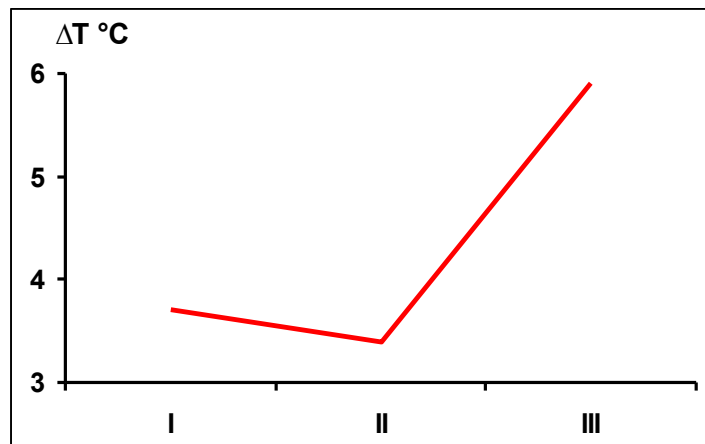


Рис.1.1.3. Средние месячные аномалии температуры воздуха (°С) в широтном поясе 70 — 85° с.ш. в январе — марте 2022 г.

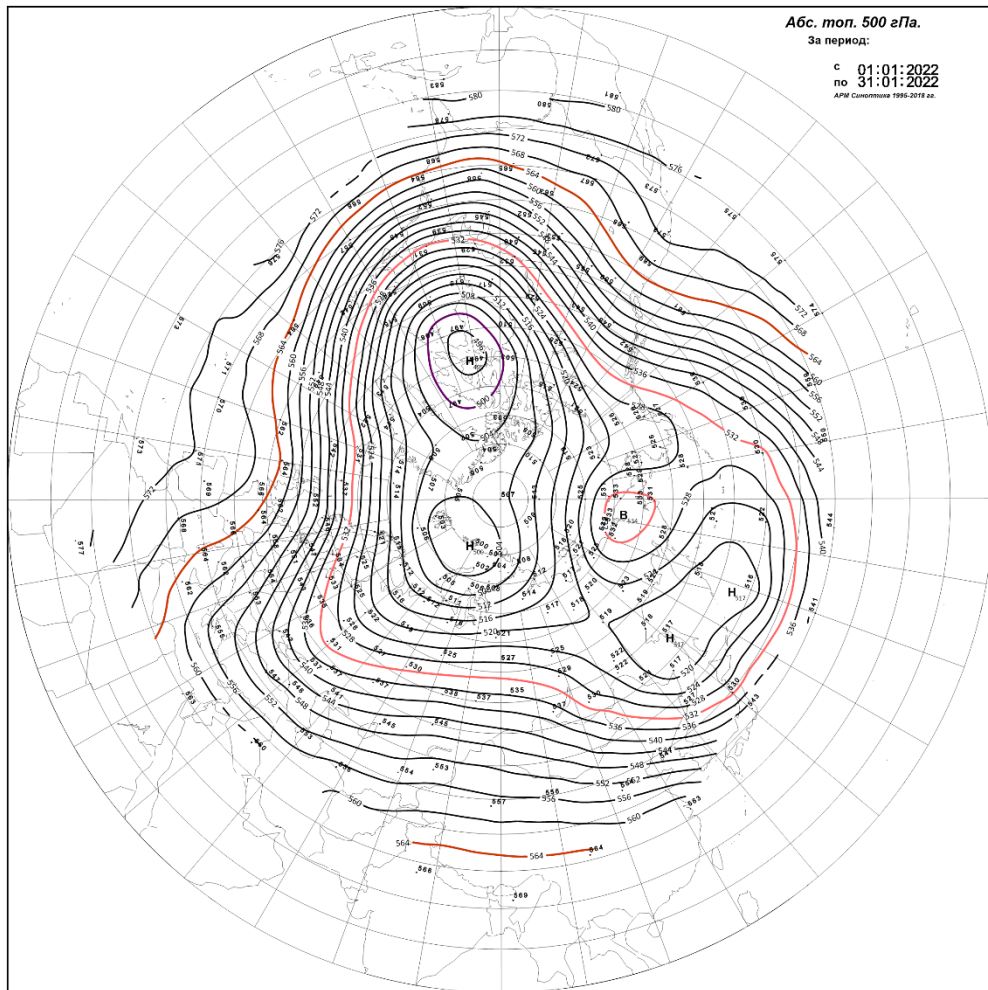
По сравнению с первым кварталом прошлого года в этом году фон температуры в полярном районе повысился на 0,4 °С.

*Структурные особенности* развития атмосферных процессов в первом квартале 2020 г. проводился по комплексу метеорологических характеристик (основных форм и типов циркуляции и их разновидностей, направлению воздушных потоков, давлению и температуры воздуха и их аномалии) за различные периоды осреднения, как календарные, так и по естественным стадиям перестройки процессов различного временного масштаба.

Более подробно основные особенности развития атмосферных процессов в январе — марте 2022 г. и их влияние на структуру термобарических полей в отдельных районах Арктики представлены ниже.

Значения приземного давления и температуры представлены на рисунках в виде полей среднего месячного давления и температуры и их аномалий.

В *январь 2022 г.* основной центр циркумполярного вихря (ЦПВ) на изобарической поверхности 500 гПа располагался в канадском секторе Арктики. Высотная фронтальная зона (ВФЗ) была ориентирована в зональном направлении из Северной Атлантики в западный сектор полярного район, под которой отмечалась наиболее активная циклоническая деятельность (рис. 1.1.4).

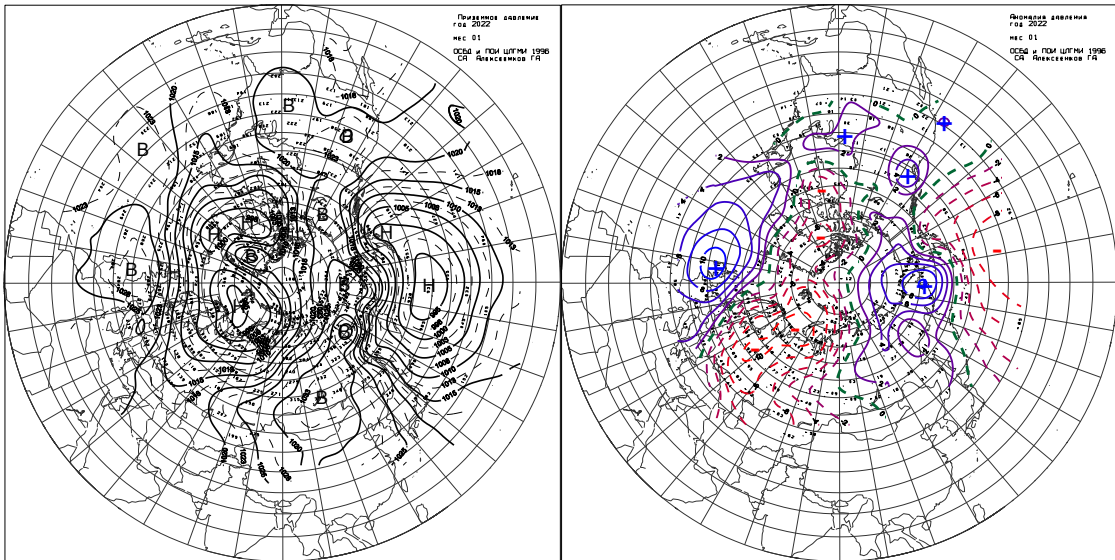


**Рис. 1.1.4. Поля среднего геопотенциала (дам) изобарической поверхности 500 гПа в январе 2022 г.**

В первом (атлантико-евразийском) секторе Северного полушария отмечалась повышенная повторяемость крупномасштабных атмосферных процессов западной формы циркуляции. Циклоны в системе исландского минимума смещались над Северной Атлантикой до экватории моря Лаптевых. Далее их движение на восток было блокировано азиатским и арктическим антициклонами.

В западном секторе Арктики под влиянием циклонов сформировался фон давления ниже нормы на 8—10 гПа. Ври воздушных потоках южных направлений преобладала адвекция теплых воздушных масс. В среднем за месяц фон температуры выше нормы до 4—7 °С (рис. 1.1.5, 1.1.6).

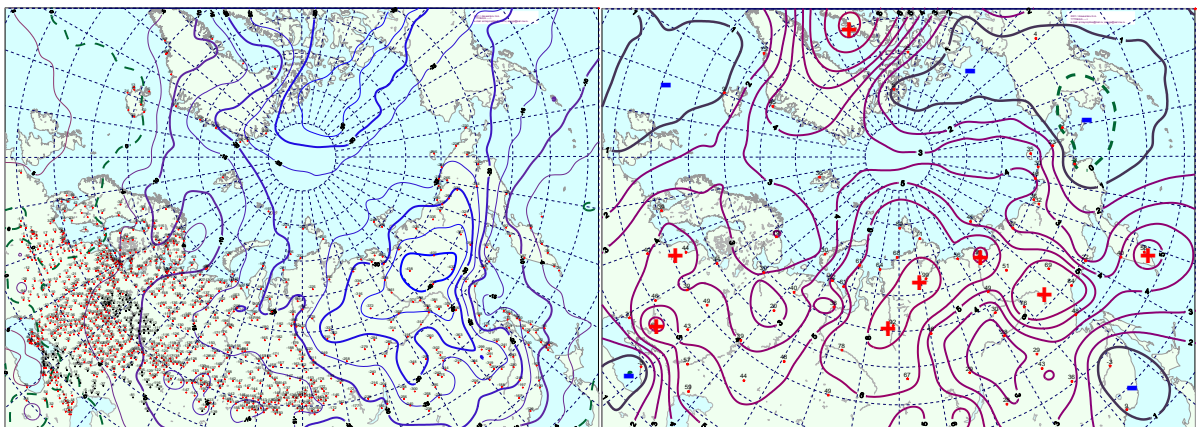




**Рисунок 1.1.5. Поле среднего приземного давления (слева) и его аномалии (справа) в январе 2022 г.(гПа)**

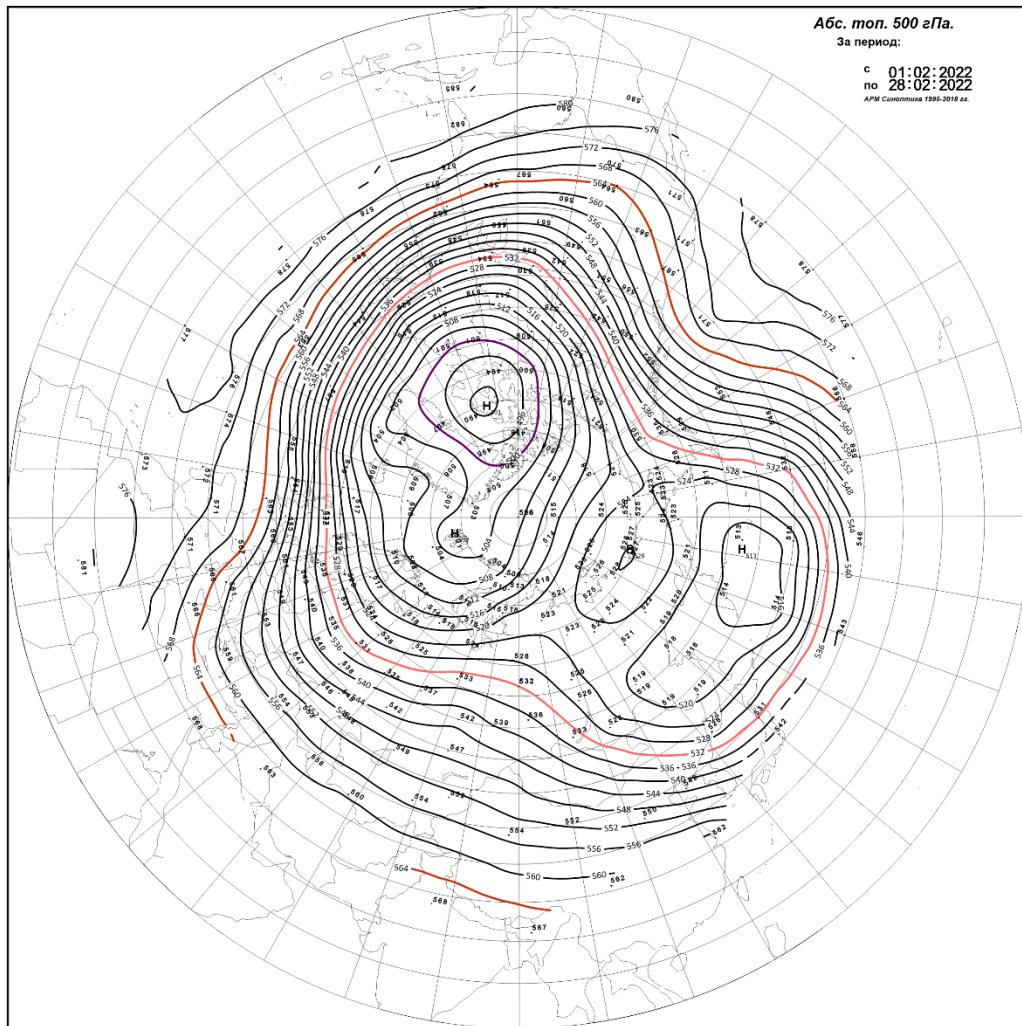
Во *втором (тихоокеано-американском) секторе* аномально повышенную повторяемость имели меридиональные процессы типа М<sub>2</sub>. Характерной особенностью развития данного макропроцесса явилось усиление арктического и американского антициклонов.

Вследствие этого циклоны в системе алеутского минимума смещались до побережья Северной Америки по низкоширотным траекториям и не оказывали влияния на полярный район. При преобладающих воздушных потоках юго-восточных направлений сформировался температурный фон с аномалиями выше нормы на 1—3 °С.



**Рис. 1.1.6. Поле средней месячной приземной температуры воздуха (слева) и аномалии температуры (справа) в январе 2022 г., (°С)**

В *феврале 2022 г.* направленность воздушных потоков на изобарической поверхности 500 гПа в зональном направлении из Северной Атлантики в сохранилась.



**Рис. 1.1.7. Поля среднего геопотенциала (дам) изобарической поверхности 500 гПа в феврале 2022 г.**

В *первом секторе* в феврале сохранилось преобладание атмосферных процессов западной формы циркуляции.

Циклоны в системе исландского минимума смещались по сравнению с нормой по высокоширотным траекториям. Фон давления с отрицательными аномалиями по сравнению с январем понизился до 10 — 12 гПа.

При воздушных потоках юго-западных направлений преобладала адвекция теплых воздуха из Северной Атлантики. Наиболее высокий фон температуры отмечался в Карском море и море Лаптевых до 6 — 8 °С (рис. 1.1.8 и 1.1.9).

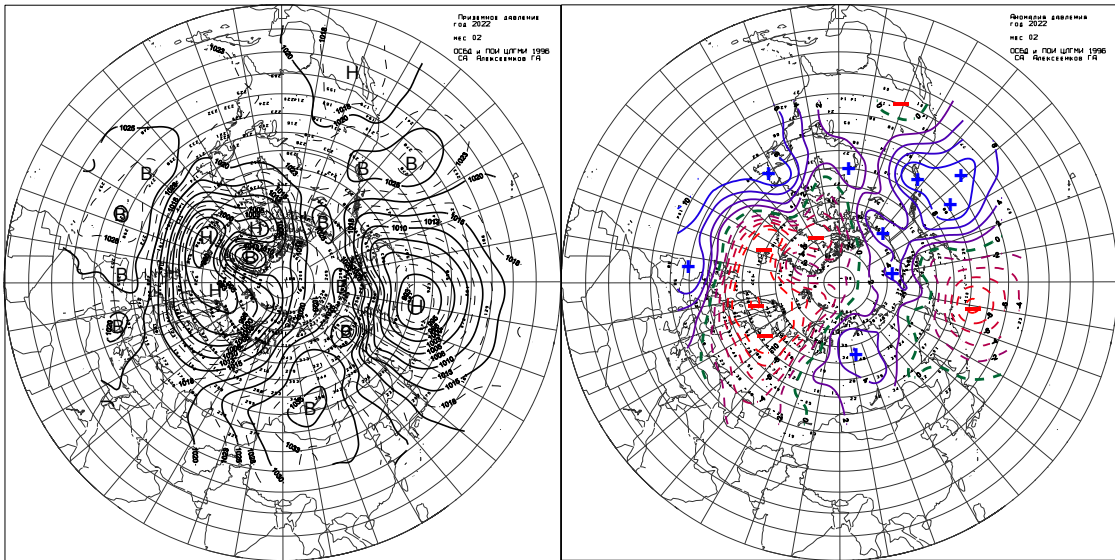


Рис. 1.1.8. Поле среднего приземного давления (слева) и его аномалии (справа) в феврале 2022 г., (гПа)

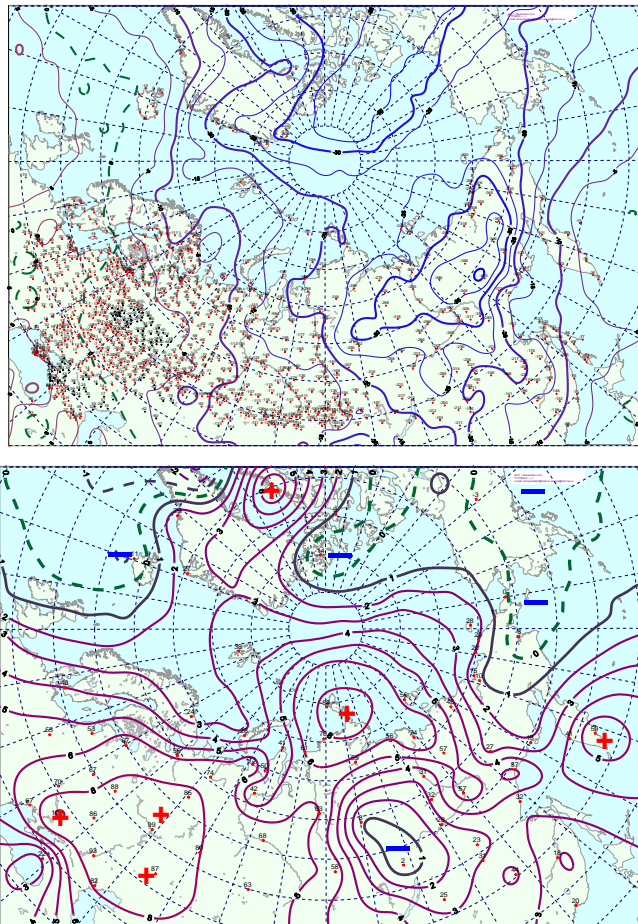


Рис. 1.1.9. Поле средней месячной приземной температуры воздуха (слева) и аномалии температуры (справа) в феврале 2022 г., (°C)

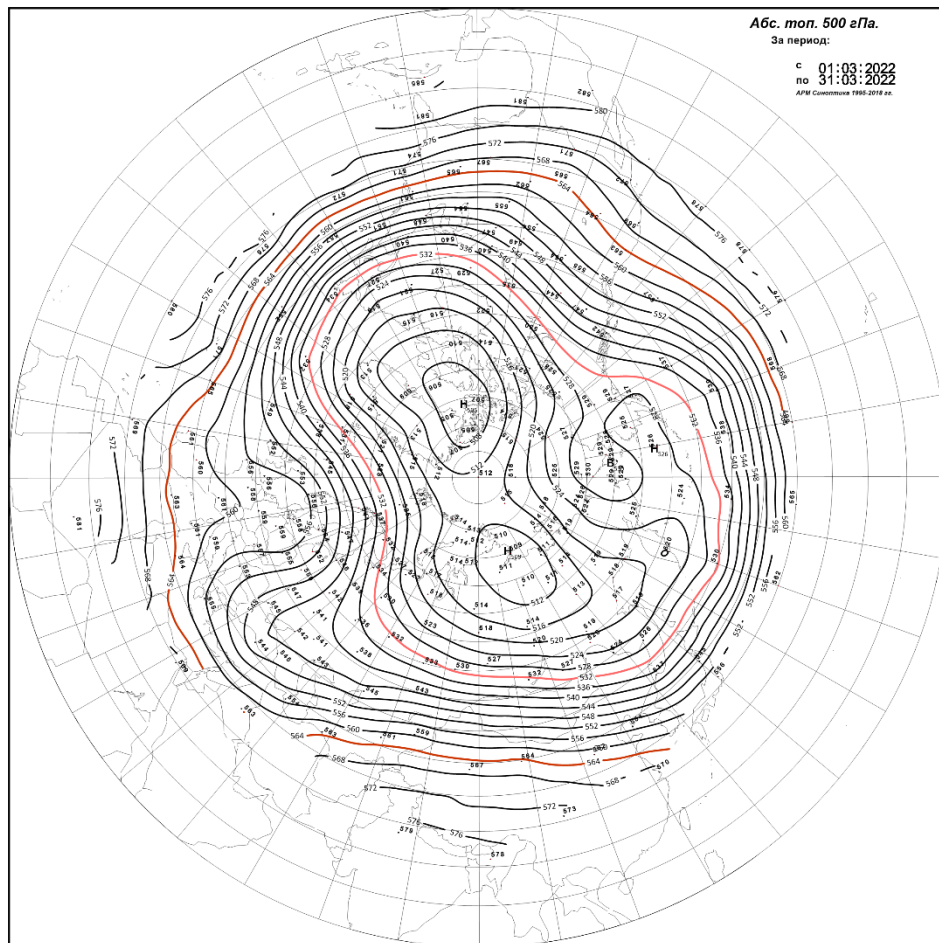
Во *втором секторе* наибольшую повторяемость имели крупномасштабные атмосферных процессов типа  $M_1$ . Под влиянием с севера гребня арктического



антициклона циклоны в системе алеутского минимума смещались, по сравнению с нормой, по низкоширотным траекториям.

При ослаблении адвекции теплых воздушных масс с Тихого океана в районе побережья Аляски и Чукотского моря сформировался фон с аномалиями температуры близким к норме (рис. 1.1.9).

В *марте 2022 г.* основной центр ЦПВ на изобарической поверхности 500 гПа располагался в районе Канады. Второй центр ЦПВ отмечался над Таймыром (рис. 1.1.10).



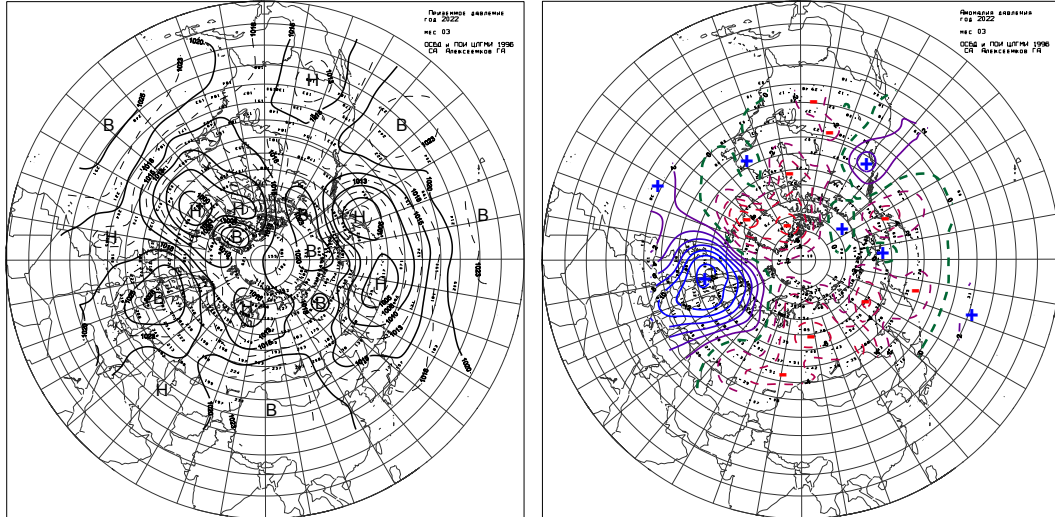
**Рис. 1.1.10. Поле среднего геопотенциала (дам) изобарической поверхности 500 гПа в марте 2022 г.**

В *первом секторе* в марте произошла перестройка в направленности крупномасштабных атмосферных процессов. В течение марта отмечалось сочетание форм восточной и западной форм циркуляции атмосферы.

Под влиянием гребней континентального антициклона фон давления с отрицательными аномалиями давления в марте повысился до значений около нормы (рис. 1.1.11).

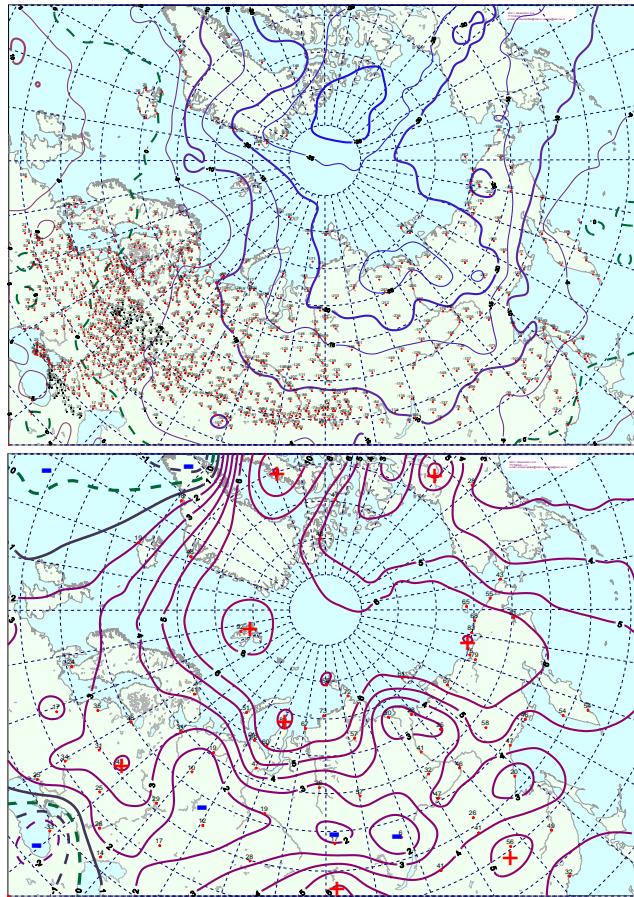


Фон температуры фон в марте с положительными аномалиями температуры в большинстве районов западного сектора Арктики имел тенденцию к понижению. Наибольшее понижение отмечено в Карском море.



**Рис. 1.1.11. Поле среднего приземного давления (слева) и его аномалии (справа) в марте 2022 г.(гПа)**

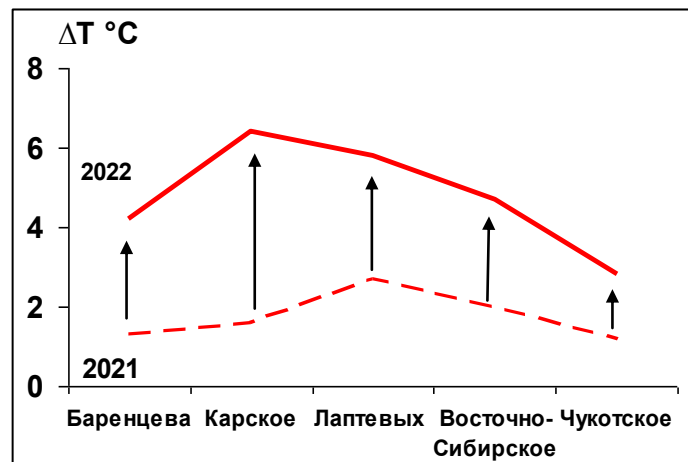
Во *втором секторе* наблюдалось повышение числа дней с крупномасштабными атмосферными процессами типа  $M_2$ . Вследствие этого циклоны в системе алеутского минимума смещались по сравнению с нормой по высокоширотным траекториям. Под влиянием циклонов фон давления в этом секторе Арктики сформировался около нормы. Фон температуры с положительными аномалиями имел тенденцию к повышению до 5—8 °С (рис. 1.1.12).



**Рис. 1.1.12. Поле средней месячной приземной температуры воздуха (слева) и аномалии температуры (справа) в марте 2022 г., (°C)**

Проведенный анализ развития и перестроек атмосферных процессов показал, что характерный для текущей циркуляционной стадии развития атмосферных процессов высокий температурный фон с преобладанием положительных аномалий температуры в первой квартале 2022 г. сохранился. Как было показано, основным отличием с прошлым 2021 г., явилось повышение температурного фона в целом по полярному району Арктики.

На рисунке 1.1.13 приводятся фоновые средние за первый квартал 2022 г. значения аномалий температуры для акваторий морей российской Арктики в сравнение с первым кварталом прошлого 2021 г.



**Рис. 13.** Средние за первый квартал значения аномалий температуры воздуха (°C) для акваторий морей российской Арктики в 2021 и 2022 гг.

В первом квартале 2022 г. в морях на трассе СМП наиболее высокая температура с положительной аномалией сформировалась в Карском море, а наиболее низкая — в Чукотском море. По сравнению с первым кварталом прошлого года наибольшее повышение температуры в этом году отмечено в Карском море на 5,8 °C (рис. 1.1.13). В среднем по акватории всех морей фон температуры повысился на 3 °C.

Анализ структурных особенностей циркуляции атмосферы внутри каждого месяца в январе - марте 2022 г. проводился по естественным стадиям однонаправленного развития процессов — по 26 разновидностям элементарных синоптических процессов (ЭСП) атлантико-евразийского сектора Северного полушария, процессы которого являются определяющими для перестройки циркуляции атмосферы в полярном районе Арктики.

Анализ показал, что для каждого месяца характерна большая повторяемость перестройки процессов. Переходы от одного ЭСП к другому сопровождались сменой знака барических полей и направления преобладающих воздушных потоков в полярном районе Арктики и были обусловлены крупномасштабной перестройкой разновидностей атмосферных процессов в двух секторах Северного полушария. Основные разновидности основных форм циркуляции в атлантико-евразийском секторе полушария с типами циркуляции в тихоокеано-американском секторе полушария для каждого ЭСП с января по март 2021 г. представлены в таблице 1.1.2.



Таблица 1.1.2

**Каталог макросиноптических процессов по классификации Вангенгейма-Гирса с апреля по июнь 2022 г. с внутримесячной детализацией атмосферных процессов по элементарным синоптическим процессам**

Январь 2022			Февраль 2022			Март 2021		
ЭСП	А—Е	Т—А	ЭСП	А—Е	Т—А	ЭСП	А—Е	Т—А
1—8	W	M <sub>2</sub>	1—5	E	M <sub>1</sub>	1—4	W	M <sub>2</sub>
9—11	E	M <sub>2</sub>	6—10	W	M <sub>1</sub>	5—11	E	M <sub>1</sub>
12—14	W	M <sub>2</sub>	11—12	C	M <sub>2</sub>	12—13	E	3
15—21	C	M <sub>2</sub>	13—21	W	M <sub>1</sub>	14—19	E	3
22—25	W	M <sub>1</sub>	22—23	C	M <sub>2</sub>	20—25	W	M <sub>2</sub>
26—31	W	M <sub>1</sub>	24—28	W	M <sub>2</sub>	26—31	C	M <sub>1</sub>
Итого	W 21 (9)	3 0 (-8)	Итого	W 19 (10)	3 0 (-5)	Итого	W 10 (0)	3 8 (-2)
	C 7 (1)	M <sub>1</sub> 10 (4)		C 4 (-2)	M <sub>1</sub> 19 (10)		C 6 (-2)	M <sub>1</sub> 0 (-6)
	E 3(-10)	M <sub>2</sub> 21 (4)		E 5 (-8)	M <sub>2</sub> 9 (-5)		E 15 (2)	M <sub>2</sub> 23 (8)

Примечания

- 1 ЭСП — элементарный синоптический процесс;
- 2 А—Е – атлантико-европейский сектор полушария;
- 3 Т—А – тихоокеано-американский сектор полушария.
- 4 В скобках среднемесячные аномалии числа дней с формами (W, C, E) и типами (3, M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>) атмосферной циркуляции.

Обобщая результаты мониторинга развития и перестроек крупномасштабных атмосферных процессов и характера их проявления в метеорологических условиях полярного района Арктики за период январь - март 2022 г., можно сделать следующие основные выводы.

1. В первом квартале, по сравнению с первым кварталом прошлого года, произошла перестройка в направленности крупномасштабных атмосферных процессов - от восточной в 2021 г. к западной форме циркуляции.

2. Полярный район в первом квартале 2022 г находился преимущественно под влиянием циклонов Северной Атлантики. В среднем за период фон давления ниже нормы на 1 гПа, что 9 гПа ниже, чем в прошлом году.

3. В среднем за первый квартал 2022 г. фон температуры по полярному району выше нормы на 4,3 °С., что на 0,4 °С выше, чем в 2021 г.

4. Во всех морях российской Арктики преобладала устойчивая адвекция теплых воздушных масс и положительные аномалии температуры воздуха. По сравнению с первым кварталом прошлого года наибольшее повышение температурного фона в этом году отмечено в





Карском море на 5,8 °С. В среднем по акватории всех морей фон температуры повысился на 3 °С.



## 2 Ледовые условия и процессы в Северном Ледовитом океане и его морях в январе — марте 2022 года

Оценки развития ледовых условий в первом квартале 2022 г. получены по данным государственной наблюдательской сети, центров приема спутниковой информации Росгидромета, по данным экспедиционных исследований, проводимых в ААНИИ, на исследовательской базе «Мыс Баранова» и при осуществлении ряда международных проектов.

Оценка квантилей распределения общей сплоченности 5 и 50 % (медиана) выполнена на основе совмещенного месячного массива ледовых карт проекта ВМО «Глобальный банк цифровых данных по морскому льду» за 1945–2004 гг. (включает данные ААНИИ за 1945–1992 гг., Балтийских ледовых служб за 1960–1979 гг., Национального ледового центра США за 1972–2004 гг., Канадской ледовой службы за 1968–1998 гг. и Японского метеорологического агентства за 1970–2006 гг.). Расчет среднемесячных значений общей сплоченности для 2022 г. выполнен на основе массива ежедневных распределений оценки общей сплоченности по алгоритму NASATEAM из архива Национального центра данных США по снегу и льду.

Со всей доступной исходной информацией можно ознакомиться на сайте ААНИИ по ссылке <http://www.aari.nw.ru/projects/ecimo/index.php>.

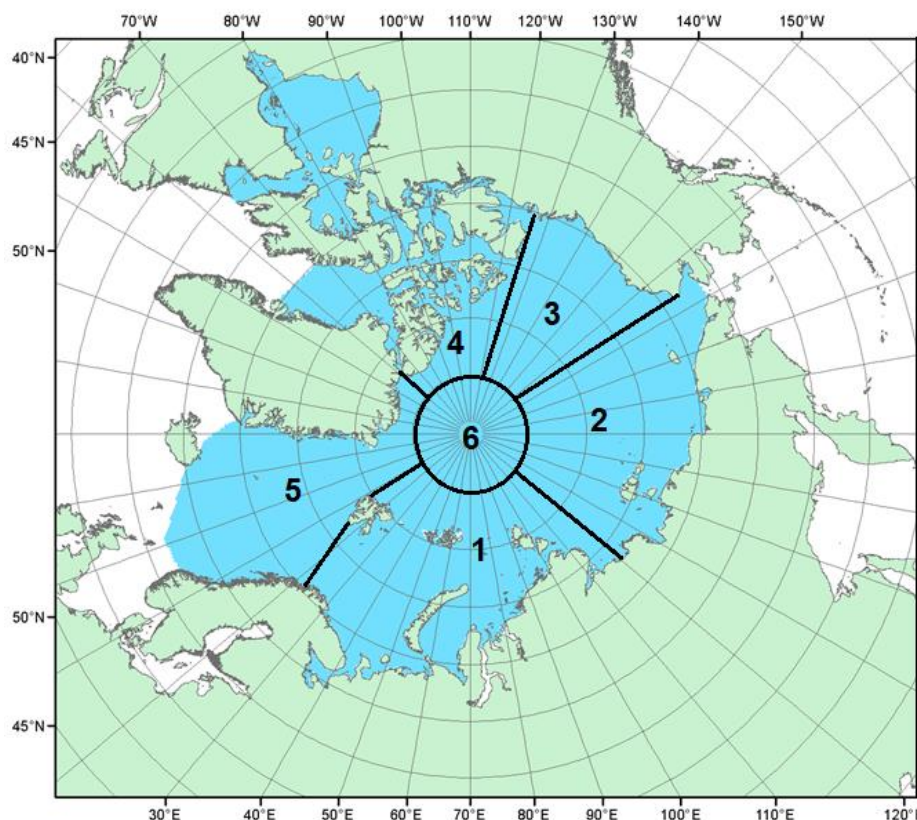
Для иллюстрации ледовых условий в годовом цикле представлены совмещенные региональные карты ААНИИ, Канадской ледовой службы (КЛС) и Национального ледового центра США (НЛЦ). Совмещение карт выполнено путем перекрытия слоев: ААНИИ, верхний слой – КЛС, средний слой – НЛЦ, нижний слой. В результате карты ААНИИ характеризуют ледовые условия морей от Гренландского до Чукотского, а также Берингова, Охотского и Балтийского, карты КЛС – морей Бофорта, Баффина, Лабрадор, пролива Девисов и проливов Канадского арктического архипелага, а карты НЛЦ – Арктического Бассейна, моря Линкольна, южной части Гренландского моря (при этом полный охват карт НЛЦ – вся акватория СЛО и субполярные моря).

Для цветовой окраски карт использован стандарт ВМО (WMO/Std. 1215) для зимнего (по возрасту) и летнего (по общей сплоченности) периодов. В зонах стыковки карт ААНИИ и КЛС, НЛЦ наблюдается определенная несогласованность границ и характеристик ледовых зон вследствие ряда различий в ледовых информационных системах ААНИИ и КЛС, НЛЦ. Однако данная несогласованность несущественна для целей интерпретации ледовых условий в рамках настоящего обзора. Исходная



информация доступна на сервере МЦД МЛ по адресам <http://wdc.aari.ru/datasets/d0004> (карты ААНИИ), <http://wdc.aari.ru/datasets/d0031> (карты КЛС), <http://wdc.aari.ru/datasets/d0032> (карты НЛЦ).

На рисунке 2.1.1 показаны положение квазиоднородных районов и их границы, по которым проводится описание развития ледовых условий.



**Рис. 2.1.1. Районы Северного Ледовитого океана**

1—западный район российского сектора, 2—восточный район российского сектора, 3—алюсский сектор, 4—канадский сектор, 5—гренландский сектор, 6—приполюсный район

Ледообразование в СЛО в осенний период 2021 г. началось в конце августа в приполюсном районе, в гренландском секторе Арктики и в проливах Канадского арктического архипелага. В третьей декаде сентября ледообразование начало отмечаться на чистой воде вдоль всей прикромочной зоны, по широкому фронту от моря Баренцева до моря Бофорта, что было в среднем на 5—10 суток позже среднемноголетних сроков. Ледообразование во второй половине сентября развивалось медленно. До конца сентября ширина полосы начальных и молодых льдов вдоль прикромочной зоны не превышала 50—100 км.

Что касается арктических морей, то основной особенностью ледообразования в осенний сезон 2021 г. стало его начало в сроки близкие к среднемноголетним в тех



районах, в которых сохранились остаточные льды (северо-восточной части Карского и восточной части Восточно-Сибирского морей, северной части моря Бофорта), и позднее начало в районах, которые были полностью свободны ото льда.

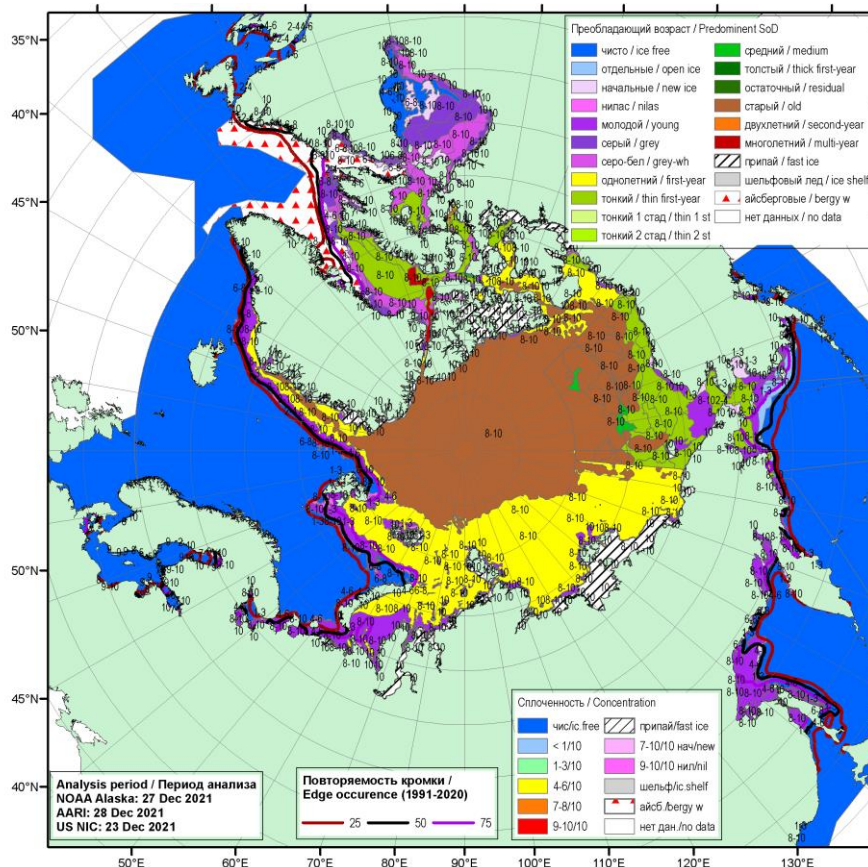
В первой декаде октября волна ледообразования подошла к северной границе российских арктических морей. Одновременно с подходом волны ледообразования с севера наблюдалось его начало в прибрежных районах морей. В течение октября молодыми льдами были полностью покрыты акватории следующих морей: проливы Канадского арктического архипелага, северо-восточная часть Карского, западная часть Лаптевых, все Восточно-Сибирское и Бофорта, а также значительная часть Гренландского. Остальные окраинные моря – Баренцево, юго-западная часть Карского, восточная часть Лаптевых и Чукотское оставались в значительной степени свободными ото льда. Количество молодых льдов, появившихся в СЛО и его морях с середины сентября по середину октября, составило около 1,80 млн. км<sup>2</sup>, что было очень близко к среднему многолетнему значению за ряд наблюдений с 1979—2020 гг. (норма 1,80 млн. км<sup>2</sup>).

В ноябре наблюдалось увеличение интенсивности ледообразования. Количество молодых льдов, появившихся в СЛО с середины октября по середину ноября составило 2,80 млн. км<sup>2</sup>, что на 25% превысило среднее многолетнее значение (2,24 млн. км<sup>2</sup>).

В начале декабря полностью замерзли акватории всех арктических морей, кроме традиционно незамерзающей центральной части Баренцева моря. Количество молодых льдов, появившихся в СЛО и его морях с середины ноября по середину декабря, составило около 1,42 млн. км<sup>2</sup>, что оказалось на 5% больше среднемноголетнего значения за ряд наблюдений с 1979—2021 гг. (норма 1,35 млн. км<sup>2</sup>).

По оценкам, выполненным в ААНИИ, общая площадь дрейфующих льдов в Северном Ледовитом океане в конце декабря 2021 г. составила 11,33 млн. км<sup>2</sup> при норме 11,55 млн. км<sup>2</sup>, т.е. была на 2 % меньше средних многолетних значений. По площади распространения льдов в конце года, текущий 2021 год оказался очень близким к среднемноголетнему значению за ряд наблюдений с 1978 по 2021 гг. (рис. 2.1.2).

Распределение ледяного покрова по сплоченности и по возрастным градациям на каждый месяц и поля среднемесячного дрейфа за период январь-март 2022 г. приведены рис. 2.1.3–2.1.11.



**Рис. 2.1.2. Обзорная ледовая карта СЛО на конец декабря 2021 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США**

На рис. 2.1.3 приведено распределение льда по возрасту, а на рис.2.1.4 распределение льда по сплоченности на середину января 2022 г.

Позднее начало ледообразования в осенний период, но вместе с тем большая интенсивность его развития в октябре–ноябре 2021 г., привели к быстрому увеличению площади ледяного покрова и медленному нарастанию его толщины. В январе все арктические моря были покрыты дрейфующими и припайными льдами разного возрастного состава. В середине января в морях Баренцевом, юго-западной части Карского, западной части Лаптевых преобладали молодые и однолетние тонкие льды. В остальных морях – в северо-восточной части Карского, восточной части Лаптевых, Восточно-Сибирском, Чукотском и Бофорта, появились однолетние средние льды (диапазон толщины 70—120 см), которые начали преобладать на акватории этих морей в конце января.

Появление однолетних средних льдов (диапазон толщины 70—120 см) уже в середине января свидетельствует о большой интенсивности нарастания толщины ледяного



покрова. В северной части морей Чукотского и Бофорта в конце января начало отмечаться появление зон однолетних толстых льдов (диапазон толщины более 120 см).

Основной массив старых льдов располагался в приполюсном районе, гренландском и канадском секторах Арктики. Большое количество старых льдов (преимущественно двухлетних) отмечалось в морях Восточно-Сибирском, северной части Чукотского и Бофорта. В этих морях наблюдались обширные локальные зоны и пятна с преобладанием старых (преимущественно двухлетних) льдов.

Становление припая вдоль арктического побережья всех арктических морей и их проливах происходило близко к норме. Припай установился вдоль береговой черты всех морей российского сектора Арктики, вокруг архипелагов ЗФИ, Северная земля и Новосибирские острова, а также в проливах островов Канадского арктического архипелага. Установился припай в проливе Вилькицкого. Наблюдалось развитие обширных полыней вдоль ямальского побережья и в Обь-Енисейском районе Карского моря (рис. 2.1.3).

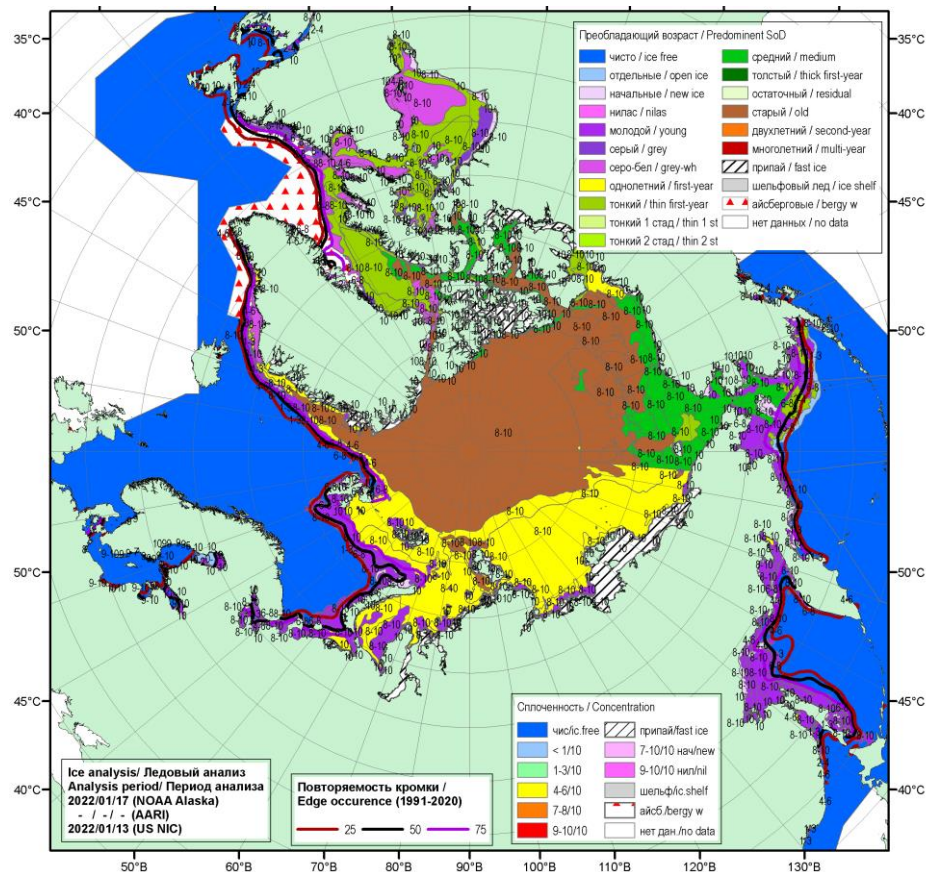
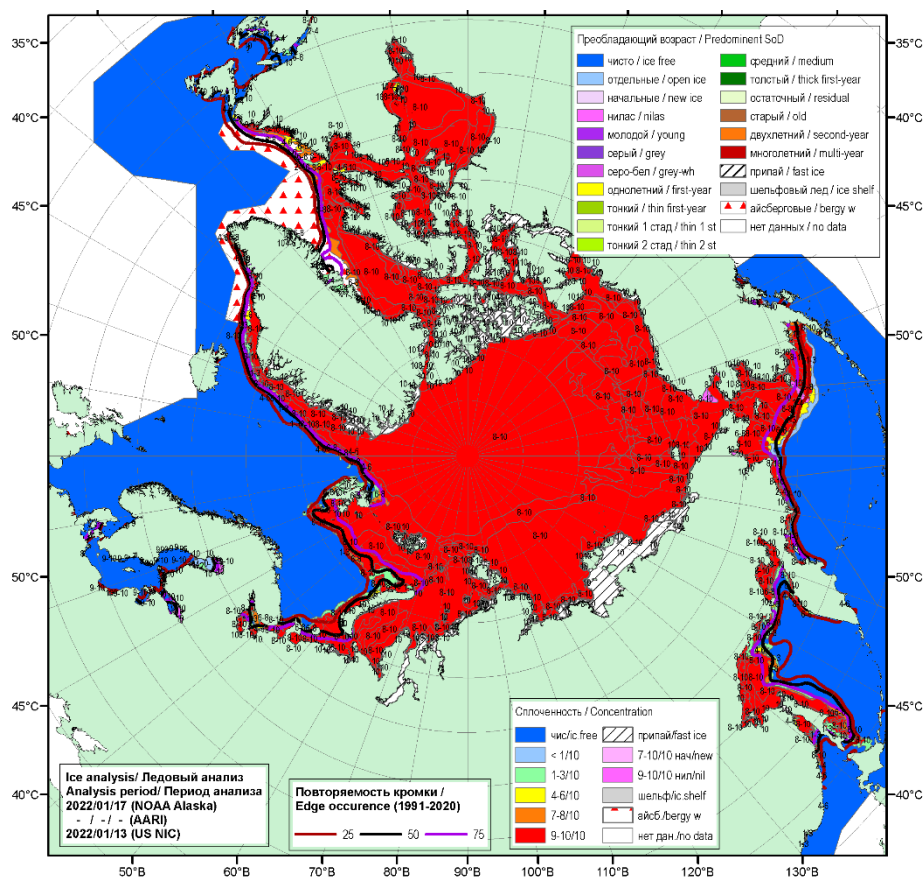


Рис. 2.1.3. Обзорная ледовая карта СЛО по возрасту льда за 13–17 января 2022 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

Поле сплоченности льда было достаточно однородным. Преобладали сплоченные льды (сплоченность 9—10 баллов). Границы дрейфующих льдов в Гренландском и



Баренцевом морях были близки к своему среднемноголетнему положению для января (рис. 2.1.4).



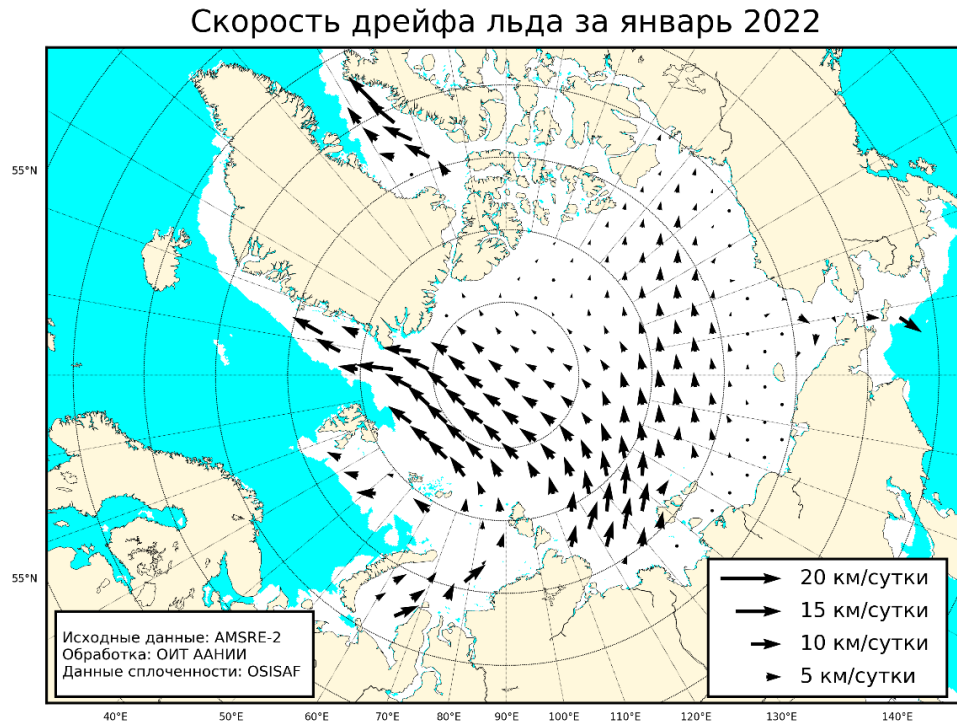
**Рис. 2.1.4. Обзорная ледовая карта СЛО по сплоченности льда за 13–17 января 2022 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США**

В январе получила хорошее развитие одна из двух основных структур дрейфа льда в СЛО –Трансарктический перенос льда. Канадский антициклонический круговорот, как полноценная структура дрейфа представляющая собой антициклонический круговорот льда, не сформировался.

Трансарктический перенос льдов брал свое начало из северо-восточной части Карского моря и западной части моря Лаптевых. Стрежень потока был близок к своему обычному положению. Поток льдов проходил через приполюсный район. Далее основная его часть выносилась в пролив Фрама. Скорости дрейфа потока льда значительно увеличивались на подходе и в самом проливе Фрама, составляя 10 км/сут (рис. 2.1.5).

Вместо Канадского антициклонического круговорота получил развитие очень специфический поток в северо-западном направлении от архипелага Новосибирские острова в море Бофорта. Причиной формирования этого потока стала аномально повышенная повторяемость меридиональных процессов типа  $M_2$ , характерной

особенностью которых является усиление арктического и американского антициклонов и преобладающих воздушных потоков юго-восточных направлений. В результате этого льды из восточной части моря Лаптевых и западной части Восточно-Сибирского моря переносились в море Бофорта (рис. 2.1.5).



**Рис. 2.1.5. Поле скорости фактического дрейфа морского льда в январе 2022 г., восстановленное на основе корреляционного анализа спутниковых изображений льда в микроволновом диапазоне**

В феврале наблюдалось дальнейшее развитие ледяного покрова и нарастания толщины льда. В западном районе российского сектора Арктики, в морях Баренцевом, Карском и Лаптевых, преобладали однолетние тонкие (диапазон толщины 30—70 см) и средние льды (диапазон толщины 70—120 см). В восточном районе российского сектора Арктики, в морях Восточно-Сибирском и Чукотском, а также в море Бофорта преобладали однолетние средние льды.

Большое количество молодых льдов наблюдалось в прикромочной зоне Баренцева моря, а также в западных частях морей Карского, Лаптевых и Восточно-Сибирского, что было связано с образованием обширных заприпайных полыней в этих районах.

В морях Восточно-Сибирском и Бофорта наблюдалось большое количество старых (двухлетних) льдов в виде обширных локальных зон, полос и пятен, которые располагались по всей акватории морей и даже достигали прибрежных районов.





Появление однолетних толстых льдов наблюдалось в виде неширокой полосы (50—150 км) за северной границей российских арктических морей в непосредственной близости от границы старых льдов.

На акватории российских арктических морей, а также в море Бофорта появление однолетних толстых льдов (диапазон толщины более 120 см) не отмечалось. Такое незначительное распространение однолетних толстых льдов, является не характерным для февраля. В среднем в конце февраля количество однолетних толстых льдов уже сопоставимо по площади с более тонкими однолетними льдами. Это свидетельствует о малой интенсивности нарастания толщины льда в течение января и февраля (рис.2.1.6).

Припай во всех арктических морях был развит меньше своего среднего многолетнего значения. Припай в проливе Вилькицкого был развит на западных подходах (со стороны Карского моря) и очень слабо развит на восточных подходах к нему (со стороны моря Лаптевых). Наблюдался хорошо развитый припай в районе Новосибирских островов (близкий к норме) и в районе островов Канадского арктического архипелага.

Заприпайные полыньи наблюдались в юго-западном районе Карского, западных частях морей Лаптевых и Восточно-Сибирского. В остальных морях развитие заприпайных полыней было незначительным.

Основной массив старых льдов в СЛО был смещен в гренландский и канадский сектора Арктики и приполюсный район (рис 2.1.6).

Поле сплоченности льда было достаточно однородным. Преобладали сплоченные льды (сплоченность 9—10 баллов). Граница дрейфующих льдов в Гренландском море была близка к своему среднемуголетнему положению для февраля, а в Баренцевом море близка к своему минимальному положению (рис. 2.1.7).

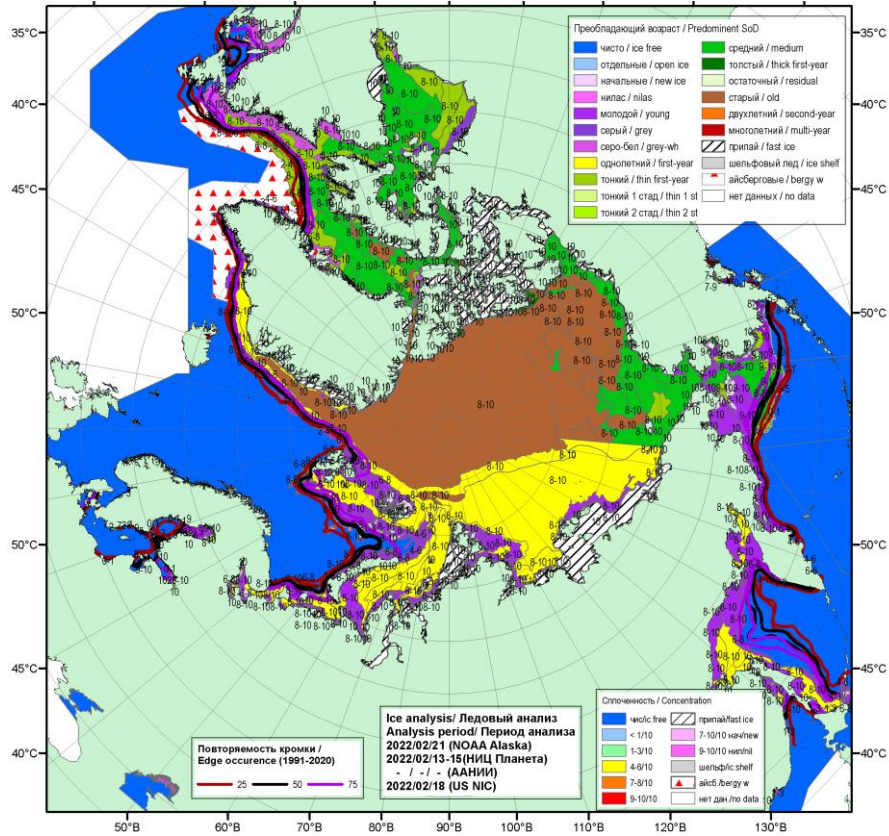


Рис. 2.1.6. Обзорная ледовая карта СЛО по возрасту льда за 13–21 февраля 2022 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

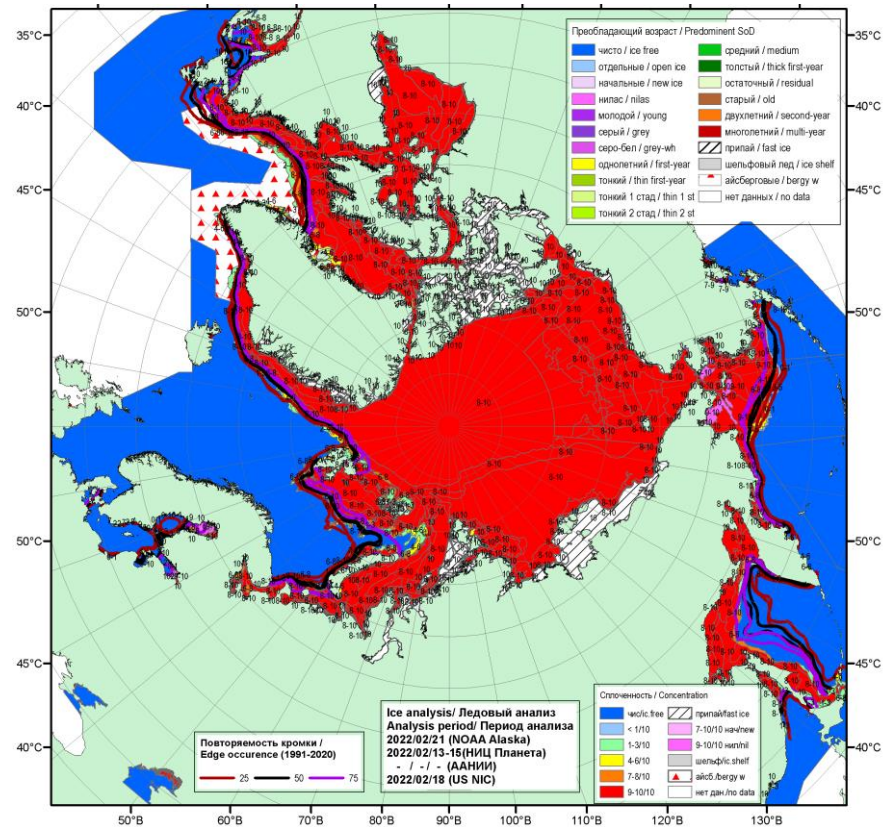


Рис. 2.1.7. Обзорная ледовая карта СЛО по сплоченности льда за 13–21 февраля 2022 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

В феврале в поле дрейфа произошла значительная трансформация основных структур дрейфа льда. Трансарктический перенос льда был развит слабо и смещен на западную периферию океанического ледяного массива. Перенос льда начинался из северных частей морей Карского и Лаптевых и далее по западной периферии ледяного массива неширокая полоса Трансарктического переноса выносилась в пролив Фрама. Скорость дрейфа льда была невысока и составляла около 5 км/сут.

Канадский антициклонический круговорот полностью отсутствовал. В восточной части СЛО, наблюдалось малоградиентное поле давления с очень слабым и неустойчивым дрейфом льда по направлениям (рис. 2.1.8).



**Рис. 2.1.8. Поле скорости фактического дрейфа морского льда в феврале 2022 г., восстановленное на основе корреляционного анализа спутниковых изображений льда в микроволновом диапазоне**

В марте наблюдалось дальнейшее нарастание и развитие ледяного покрова, но происходило оно с малой интенсивностью. Об этом свидетельствуют медленное распространение однолетних толстых льдов в арктических морях и более медленное, по сравнению с нормой, нарастания толщины льда на полярных станциях.

Однолетних толстых льдов не наблюдалось в морях Баренцевом, Карском и Лаптевых. В западном районе российского сектора СЛО зона однолетних толстых льдов



наблюдалась в виде неширокой полосы (100—150 км), расположенной южнее массива старых льдов. В морях Восточно-Сибирском, Чукотском и Бофорта в течение марта произошел полный переход однолетних льдов в возрастную градацию однолетних толстых. Подобная ситуация, когда в марте в части российских арктических морях еще не наблюдается преобладание однолетних толстых льдов является достаточно необычной и свидетельствует о слабом нарастании толщины ледяного покрова.

В возрастном составе льдов во всех морях российского сектора Арктики по-прежнему преобладал смешанный состав, состоящий из льдов всех возрастных категорий. По-прежнему, наблюдалось много однолетних тонких и молодых льдов в Баренцевом море. Молодые, однолетние тонкие и средние льды преобладали в морях Карском и Лаптевых. В Восточно-Сибирском и Чукотском морях преобладали однолетние средние и толстые льды. В море Бофорта преобладали однолетние толстые льды. В восточной части Восточно-Сибирского моря и в море Бофорта сохранялось значительное количество старых льдов.

Из-за постоянного выноса льдов в западной части моря Лаптевых не установился припай на восточных подходах к проливу Вилькицкого. Припай во всех арктических морях был развит меньше нормы (рис. 2.1.9).

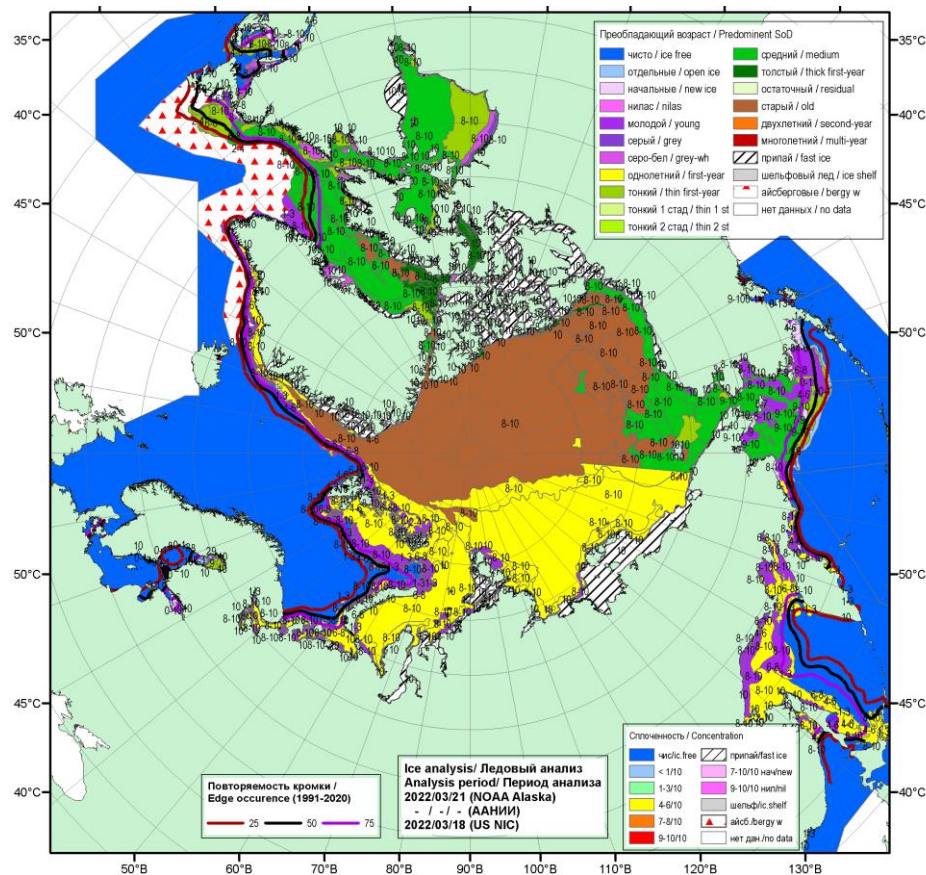


Рис. 2.1.9. Обзорная ледовая карта СЛО по возрасту льда за 18–21 марта 2022 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США



В поле сплоченности наблюдалось большая однородность, характерная для холодных зимних месяцев, когда любая полынья или разрыв в ледяном покрове сразу покрывается начальными и молодыми льдами. В результате быстрого замерзания появившихся пространств чистой воды, в холодные месяцы всегда наблюдается лед сплоченностью 9-10 баллов, хотя толщина его может быть совершенно различной. Граница дрейфующих льдов в западном районе Арктики, в морях Гренландском и Баренцевом была близка к своему минимальному положению для марта (рис. 2.1.10).

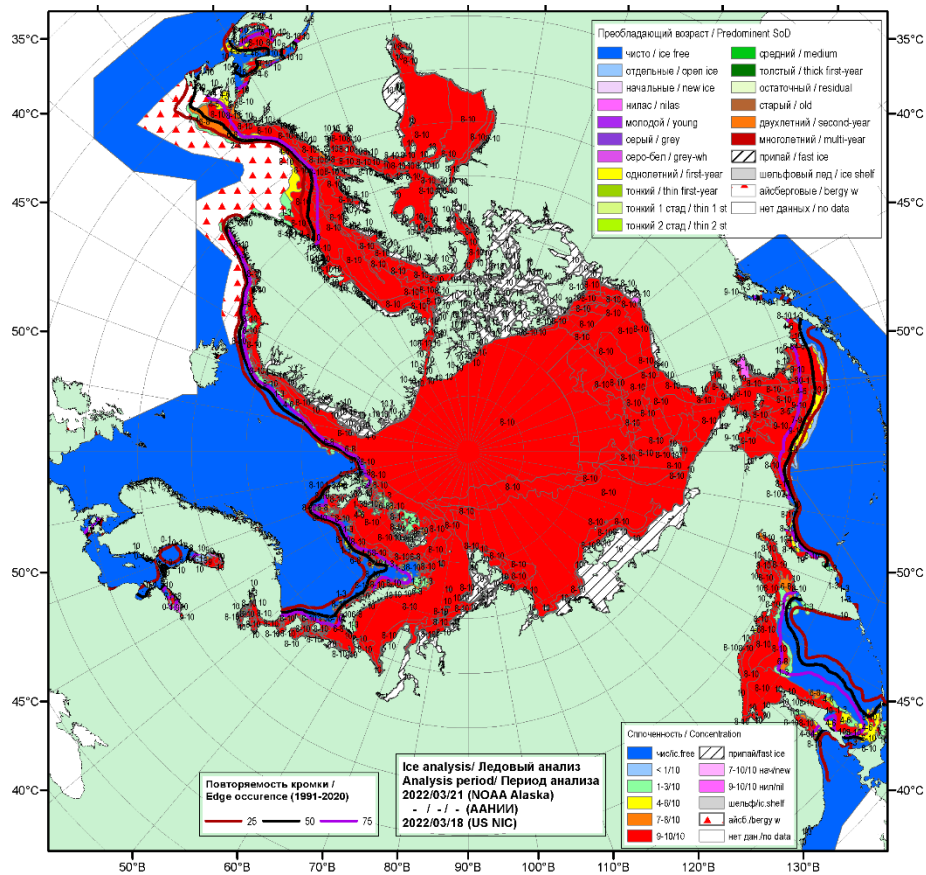


Рис. 2.1.10. Обзорная ледовая карта СЛО по сплоченности льда за 18–21 марта 2022 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

В марте начало формироваться традиционное поле дрейфа ледяного покрова, состоящее из двух основных структур — Трансарктического переноса льда и Канадского антициклонического круговорота

Однако обе структуры дрейфа были развиты очень слабо и скорости дрейфа по всему СЛО были низкими, не превышающими 5 км/сут. Подтверждением крайне слабо развитого дрейфа льда в СЛО и его морях может служить полное отсутствие запрпайных

полыней в морях. Результирующее поле среднемесячного дрейфа за март приведено на рис. 2.1.11.



**Рис. 2.1.11. Поле скорости фактического дрейфа морского льда в марте 2021 г., восстановленное на основе корреляционного анализа спутниковых изображений льда в микроволновом диапазоне**

Позднее начало ледообразования в российских арктических морях и небольшая интенсивность его нарастания привела к формированию отрицательных аномалий толщины припайного льда. По данным полярных станций в течение зимних месяцев отрицательная аномалия толщины льда сформировалась по всему побережью российских арктических морей. В Карском море аномалия составила  $-15...-20$  см, в море Лаптевых и в районе Новосибирских островов  $-5...-15$  см. По побережью восточной части Восточно-Сибирского моря и чукотскому побережью аномалии составили  $-15...-20$  см. Аномалии толщины льда по данным полярных станций, во всех морях российского сектора Арктики приведены на рис. 2.1.12. На рисунке 2.1.13 приведены результаты дистанционной оценки распределения толщины льда в российских арктических морях по данным ИСЗ CryoSAT-2 – SMOS за 20.03-26.03.2022 (AWI SIRAL).

Развитие припая в морях в течение первых зимних месяцев проходило с малой интенсивностью. Площадь припая во всех российских арктических морях была меньше средних многолетних значений, кроме припая вокруг архипелага Новосибирских

островов. В середине марта суммарная площадь припая в российских арктических морях составила 485 тыс. км<sup>2</sup> при норме 586 тыс. км<sup>2</sup>, что на 17 % меньше средних многолетних значений.

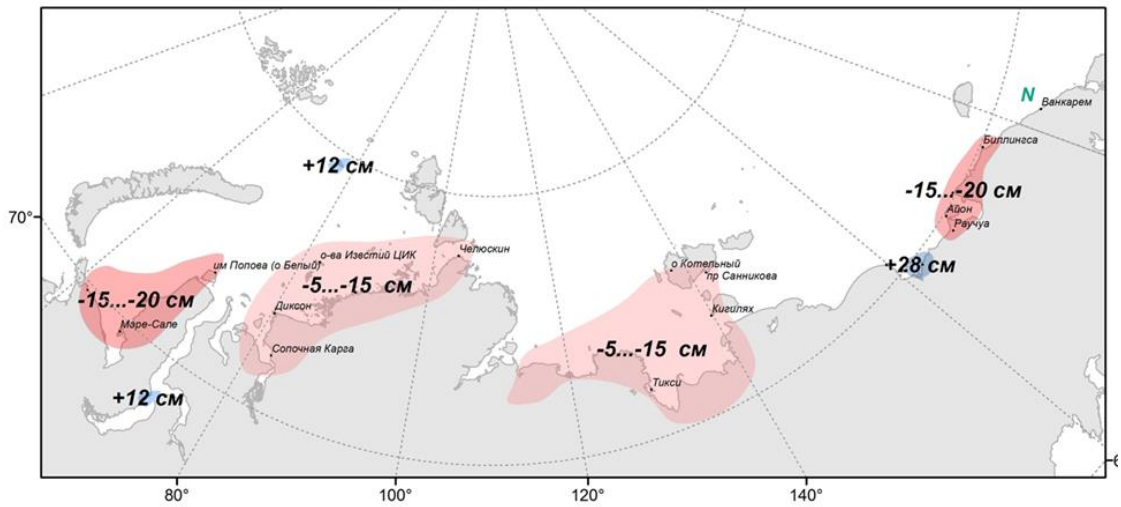


Рис. 2.1.12. Аномалии толщины льда в российских арктических морях в марте 2022 г.

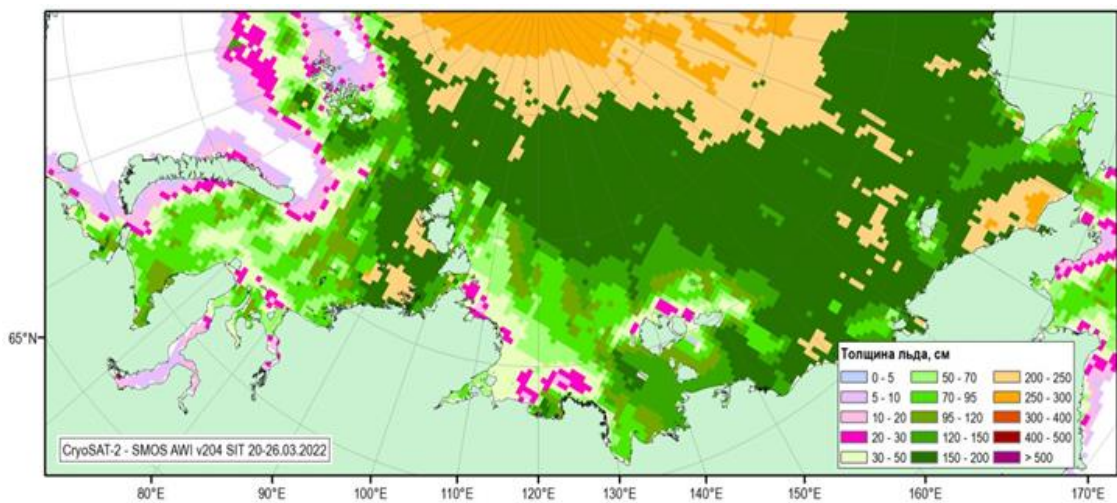


Рис. 2.1.13. Дистанционная оценка толщин льда по данным ИСЗ CryoSAT-2 – SMOS за 20.03-26.03.2022 (AWI SIRAL)

Общее количество льдов в СЛО по оценкам, выполненным в ААНИИ, в конце первого квартала 2022 г. составило 11,62 млн. км<sup>2</sup>, что на 2,6% меньше среднего многолетнего значения за длинный ряд наблюдений (с 1978 г.). Количество льда, наблюдавшееся в СЛО в конце марта 2022 г., оказалось очень близким по величине к среднему значению за десятилетний период 2012-2022 гг. (табл. 2.1, рис. 2.1.15 а).

Нужно отметить, что если в начале января 2022 г. отрицательная аномалия общего количества льда в СЛО составила 2,0%, то за первый квартал 2022 г. аномалия пусть



незначительно, но увеличилась на 0,6% и составила 2,6%, что свидетельствует о медленном развитии площади льда в СЛО в первом квартале года. Возрастной состав льдов и толщина льдов в морях были значительно меньше среднемноголетних значений.

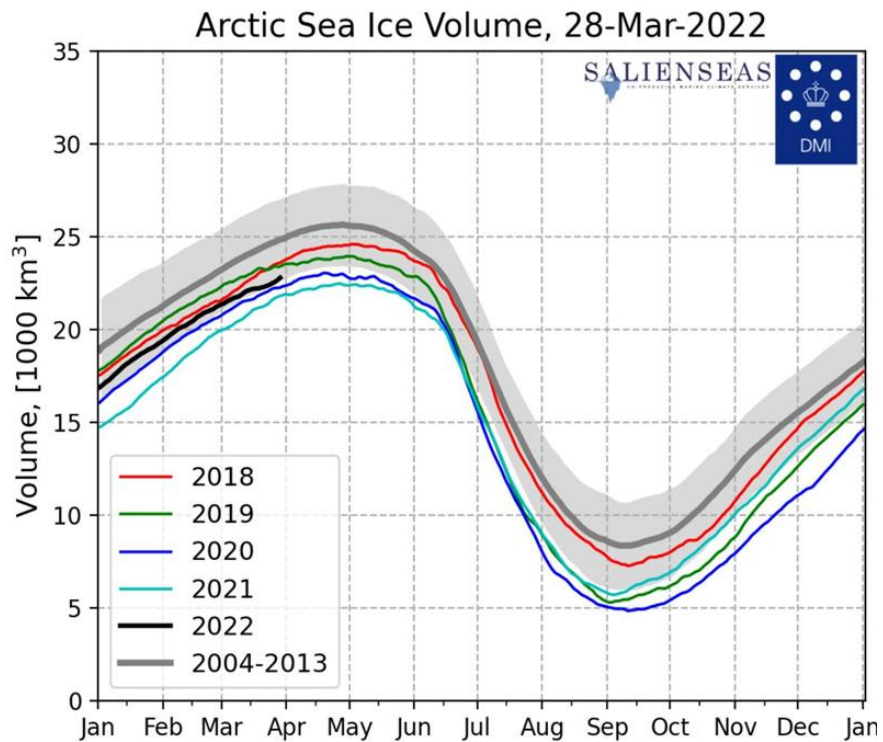
Таблица 2.1

**Медианные значения ледовитости для Северного Ледовитого океана и 3-х меридиональных секторов текущие 7-дневные интервалы и её аномалии от 2015-2020 гг. и интервалов 2010-2021 гг. и 1978-2022 гг. по данным наблюдений SSMR-SSM/I-SSMIS, алгоритмы NASATEAM на конец марта (21.03-29.03.2022 г.)**

Район	S, тыс. км <sup>2</sup>	Аномалии, тыс. км <sup>2</sup> /%						
		2017 г	2018 г	2019 г	2020	2021	2012-2022 гг.	1978-2022 гг.
Северный Ледовитый океан	11621,8	17,9	76,3	-168,9	-164,3	-168,3	-4,4	-315,9
Сектор 45°W—95°E (Гренландское — Карское моря)	3270,1	77,8	46,2	-129,9	-155,8	-208,6	9,6	-387,6
Сектор 95°E—170°W (моря Лаптевых — Чукотское, Берингово, Охотское)	4671,8	174,6	-17,2	-180,3	-219,3	-274,9	-148,9	-304,4
Сектор 170°W—45°W (море Бофорта и Канадская Арктика)	319,1	525,8	560,6	143,8	434,4	294,0	199,7	319,1

При развитии площади ледяного покрова близкой к норме, толщина ледяного покрова была значительно меньше нормы по всему СЛО и его морям, что подтверждается модельными расчетами объема накопленного льда в СЛО. Ежедневные оценки объема морского льда СЛО на основе расчетов средневзвешенной толщины льда совместной модели морского льда — океана NYSOM/CICE Датского метеорологического института приведены на рис. 2.1.14. Как показывает модельный расчет объем накопленного льда в СЛО в марте 2022 г. этот год занимает 3 место в ранге минимумов, превосходя только 2020 и 2021 гг.





**Рис. 2.1.14. Ежедневные оценки сезонного хода объема морского льда СЛО на основе расчетов средневзвешенной толщины льда совместной модели морского льда – океана HYSOM/CICE Датского метеорологического института с 01.01.2004 по 14.03.2022 гг.**

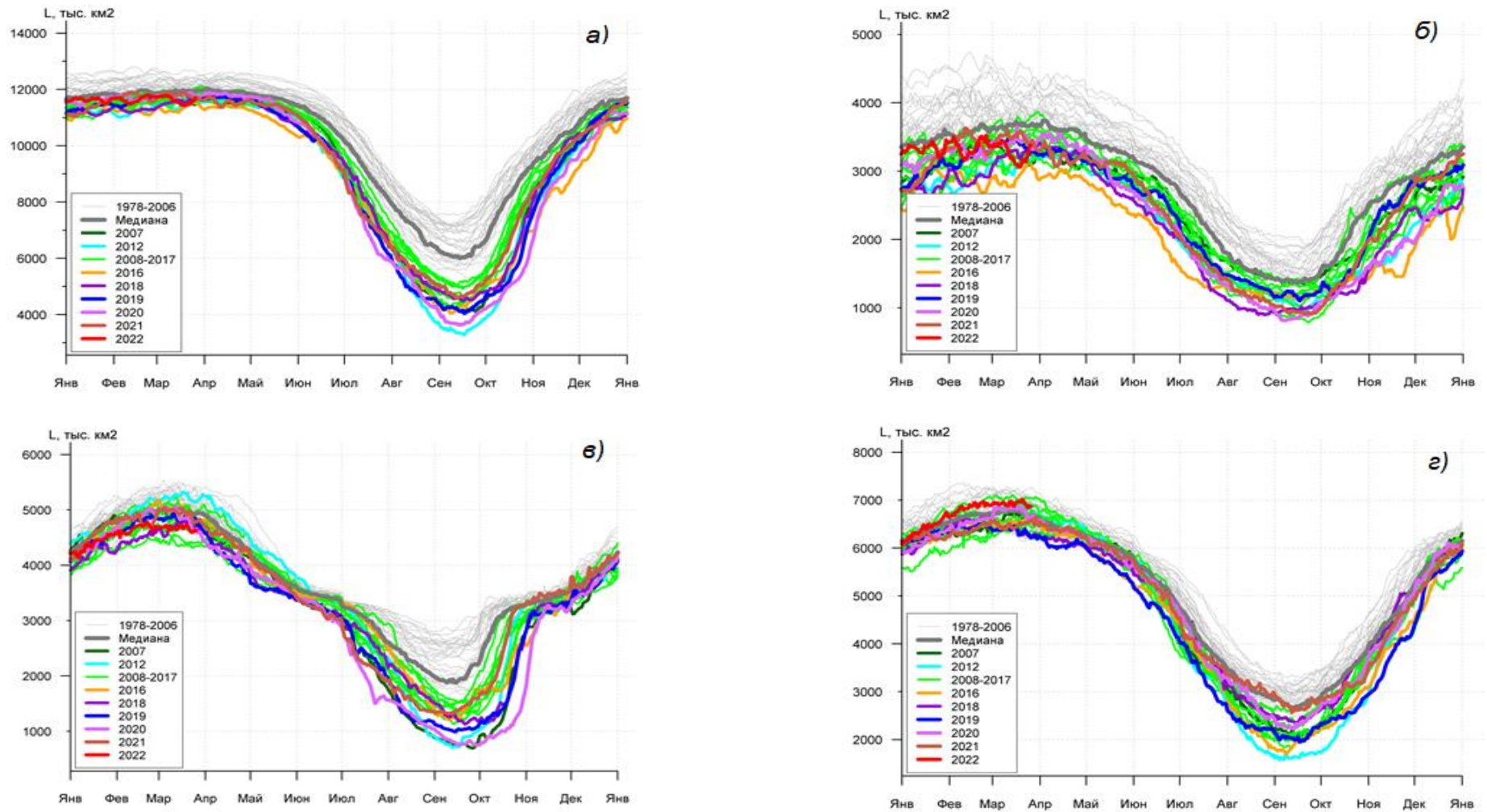


Рис. 2.1.15. Оценки сезонного хода ледовитости для СЛО и трех меридиональных секторов за период 26.10.1978 — 29.03.2022 гг. по годам на основе расчетов по данным SSMR-SSM/I-SSMIS, алгоритм NASATEAM: а) СЛО, б) сектор 45°W—95°E (Гренландское море—Карское море), в) сектор 95°E—170°W (море Лаптевых—Чукотское море и Берингово море—Охотское море), г) сектор 170°W—45°W (море Бофорта и Канадская Арктика)



### 3 Гидрологические и гидрохимические условия Северного Ледовитого океана и его морей в 1 квартале 2022 г.

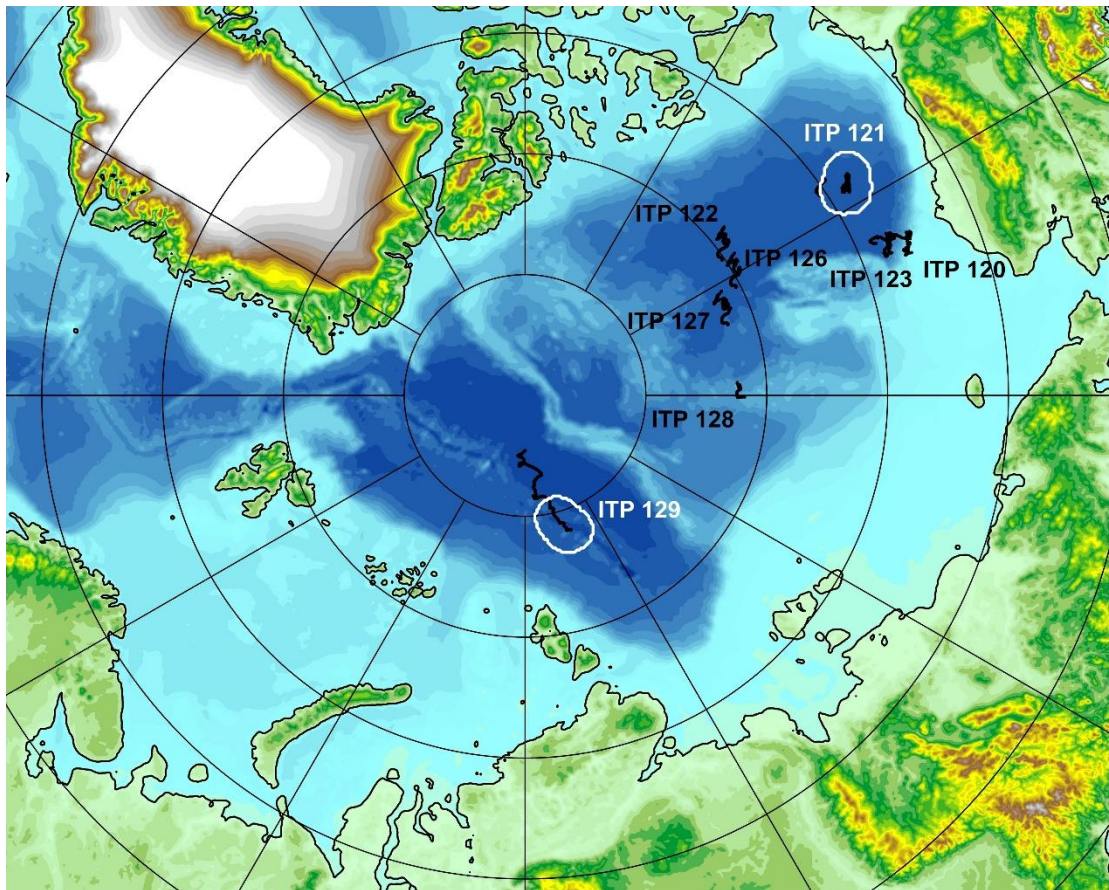
#### 3.1. Термохалинные условия

Анализ термохалинного состояния вод Северного Ледовитого океана (СЛО) в первом квартале 2022 г. выполнен на основании данных автономных дрейфующих комплексов ИТР (Ice-Tethered Profiler), оснащенных профилографами, обеспечивающими непрерывное поступление информации о термохалинной структуре верхнего 760-метрового слоя вод (табл. 3.1.1, рис. 3.1.1).

Таблица 3.1.1

#### Сведения о наблюдениях за температурой и соленостью, выполненных на акватории СЛО в первом квартале 2022 г. и загруженных в БДТХ отдела океанологии ААНИИ

№ п/п	Экспедиция	Дата первой и последней станций		Число станций
1	ИТР 120	01.01.2022	16.03.2022	144
2	ИТР 121	01.01.2022	16.03.2022	149
3	ИТР 122	01.01.2022	16.03.2022	297
4	ИТР 123	01.01.2022	16.03.2022	298
5	ИТР 126	01.01.2022	16.03.2022	149
6	ИТР 127	01.01.2022	16.03.2022	149
7	ИТР 128	01.01.2022	17.01.2022	67
8	ИТР 129	01.01.2022	16.03.2022	296



**Рис. 3.1.1. Положение океанографических станций, выполненных на акватории СЛО в первом квартале 2022 г. и занесенных в БД термохалинных характеристик отдела океанологии АНИИ**

### **3.1.1. Особенности вертикальной термохалинной структуры СЛО**

Для изучения особенностей термохалинной структуры СЛО в первом квартале 2022 г. был осуществлен анализ вертикального распределения значений температуры и солености в предварительно выделенной группе океанографических станций. В качестве таковых использовались данные ИТР 129 в котловине Амундсена Евразийского суббасейна и данные ИТР 121 в Канадской глубоководной котловине (рис. 3.1.1). В выделенной группе станций рассчитывались основные статистические характеристики (среднее, стандартное отклонение, минимальное и максимальное значения) вертикальных профилей температуры и солености. При дальнейшем анализе полученные статистические характеристики сравнивались с климатическими средними и их стандартными отклонениями, рассчитанными в период с 1900 по 2000 гг. для этого же района. Область поиска исторических данных (рис. 3.1.1, белый контур) был на 50 — 100 км шире по сравнению с областью расположения океанографических станций, используемых для анализа в 2022 году.



### *Амеразийский суббассейн*

В первом квартале 2022 г. распределение термохалинных характеристик по глубине в центральной части Канадской глубоководной котловины по данным ИТР 121 соответствовало тенденциям, наблюдающимся на протяжении последних нескольких лет.

Поверхностный слой по-прежнему демонстрирует существенное распреснение (27,5 ‰) в сравнении с климатической нормой (29,7 ‰). Значение отрицательной аномалии поверхностной солености составило  $-2,2$  ‰ (рис. 3.1.2). В аналогичный период 2021 г. аномалия поверхностной солености составила  $-2,5$  ‰, в 2020 г. —  $-1,5$  ‰, в 2019 г. —  $-2,3$  ‰, в 2018 г. —  $-2,0$  ‰, в 2017 г. —  $-3,1$  ‰. Температура верхнего перемешанного слоя варьировалась в пределах  $-1,5$  °С и незначительно превышала климатическое среднее ( $-1,6$  °С), вследствие повышения температуры замерзания воды из-за наличия распресненного слоя.

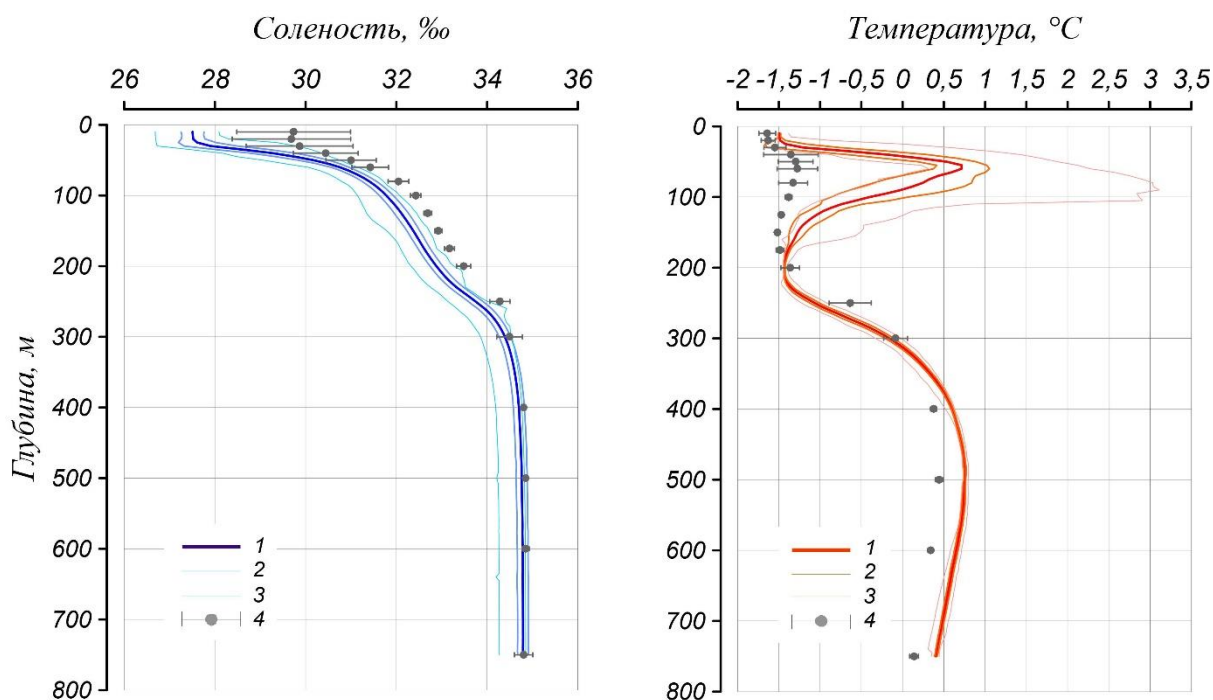
Под верхним перемешанным слоем глубже 40 м расположен слой летних тихоокеанских вод (ЛТВ), который является характерной особенностью Амеразийского суббассейна СЛО. Для этого слоя характерно наличие промежуточного максимума температуры воды в слое с соленостью от 31 до 33 ‰. Максимальное значение температуры слоя ЛТВ по данным ИТР 121 составило  $0,72$  °С, превышая климатическую норму на  $2,0$  °С. В 2021 г. аномалия составила  $+2,0$  °С, в 2020 г. —  $+1,61$  °С, в 2019 г. —  $+1,58$  °С, в 2018 г. —  $+0,74$  °С, в 2017 г. —  $+1,5$  °С.

Так же, как и в предыдущие периоды, отмечалось увеличение глубины залегания нижней границы ЛТВ, которая составила 180 м (110 м согласно климатическим данным).

На глубинах от 180—220 м в Канадской глубоководной котловине залегают так называемые зимние тихоокеанские воды, затекающие через Берингов пролив и смешивающиеся с водами Чукотского моря в холодный период. Эти воды в Арктическом бассейне характеризуются низкими значениями температуры и соленостью равной 33,1 ‰, наблюдаемой в ядре данной прослойки. Характерной особенностью последних лет является заглубление ядра зимних тихоокеанских вод. По данным ИТР 121 ядро холодных тихоокеанских вод залегало на глубине 200 м, в то время как по климатическим средним ядро наблюдалось на 150 м.

Глубже 220 м в Канадской глубоководной котловине наблюдается постепенное повышение температуры воды, обусловленное теплоотдачей атлантической водной массы (АВ). Верхняя граница слоя данной прослойки ( $0$  °С) по данным первого квартала 2022 года, как и в предыдущие годы, располагалась на глубине 320 м. Максимальное значение температуры воды в ядре АВ составило  $0,76$  °С (490 м глубины), что на  $0,32$  °С выше

климатической нормы. Полученные оценки аномалий температуры АВ в 2022 г. полностью соответствуют значениям предшествующего 2021 г., что свидетельствует об отсутствии как положительного, так и отрицательного тренда температуры АВ в Американо-Евразийском суббассейне СЛО.



**Рис. 3.1.2. Вертикальное распределение солёности и температуры воды в Канадской глубоководной котловине в январе-марте 2022 г. по результатам измерений профилографа ИТР 121**

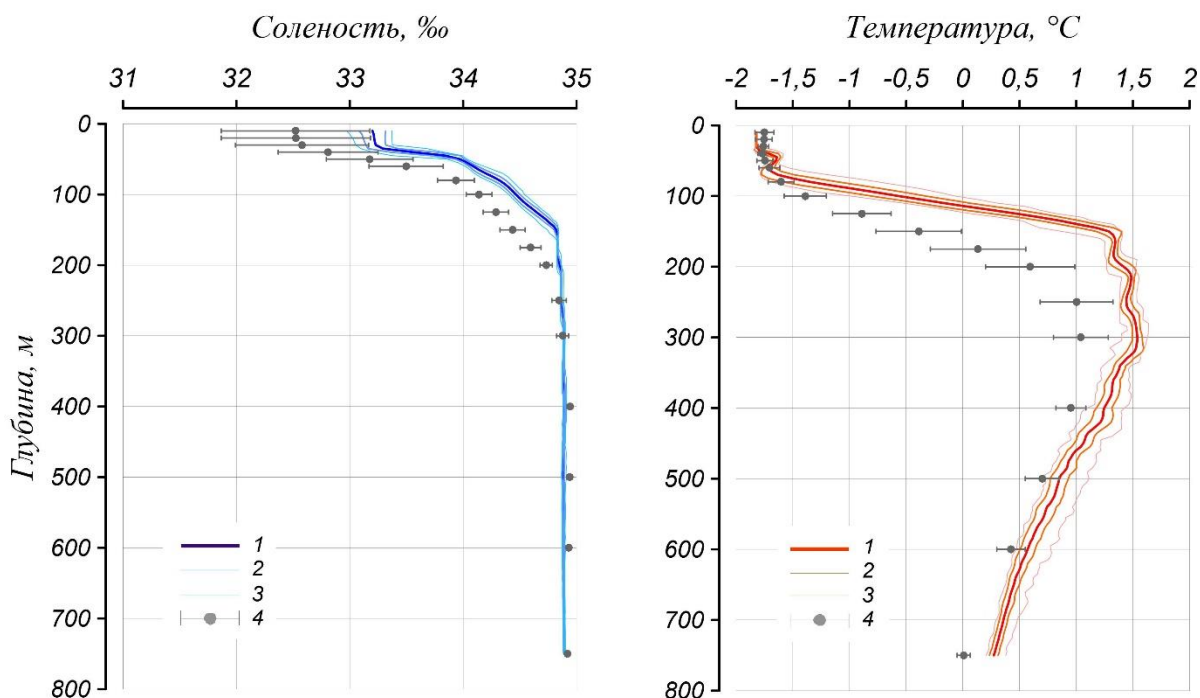
1 — профиль средних значений, 2 — область стандартного отклонения, 3 — минимальные и максимальные значения наблюдаемых характеристик, 4 — средние климатические значения и их стандартные отклонения, рассчитанные по историческим данным базы термохалинных характеристик СЛО отдела океанологии ААНИИ за январь-март в период с 1900 по 2000 гг.

### *Евразийский суббассейн*

Поверхностный слой в котловине Амундсена Евразийского суббассейна в первом квартале 2022 года по данным ИТР 129 характеризовался положительными значениями аномалии солёности, прослеживающийся до глубины 250—300 м (рис. 3.1.3). Значения поверхностной солёности составили 33,2 ‰, превышая климатическое среднее на 0,7 ‰. В 2020 г. значения поверхностной солёности составили 31,7 ‰, превышая климатическое среднее на 0,5 ‰. До 2020 г. наблюдения в котловине Амундсена в весенний период были выполнены только в 2016 г. Тогда положительная аномалия солёности составила 0,9 ‰. При этом в 2015 году максимальная аномалия поверхностной солёности в котловине Амундсена была выше и составила 1,9 ‰. Поверхностная температура воды составила -

1,82 °С и была незначительно ниже нормы (–1,75 °С) вследствие более высоких значений солености по сравнению с климатом.

Максимальное значение температуры воды в ядре АВ достигло 1,54 °С на глубине 300 м, превышая климатическую норму на 0,5 °С. При этом наибольшая аномалия температуры АВ наблюдалась на глубине 200 м и составила почти 1 °С, что говорит о подъеме верхней границы АВ в последние годы. По данным ИТР 129 верхняя граница АВ, определяемая по изотерме 0 °С, располагалась на глубине 115 м, что на 55 м выше ее климатического положения.



**Рис. 3.1.3. Вертикальное распределение солености и температуры воды в котловине Амундсена в январе-марте 2022 г. по результатам измерений профилографа ИТР 129**

Условные обозначения см. рис. 3.1.2

### **Основные выводы**

Согласно результатам наблюдений, выполненных в первом квартале 2022 г., гидрологический режим СЛО продолжает характеризоваться аномальным состоянием по отношению к климатическому среднему. Распределение поверхностной солености характеризуется наличием дипольной структуры, выраженной отрицательной аномалией солености (–2,2 ‰) в Американо-Северном суббассейне и положительной аномалией (до +0,7 ‰) в Евразийском.

Сохраняется положительная аномалия температуры ядра атлантических вод (АВ). В Евразийском суббассейне в котловине Амундсена положительная аномалия АВ в



первом квартале 2022 г. составила  $+0,5$  °С, в Американо-Канадской суббассейне в Канадской глубоководной котловине —  $+0,32$  °С. Помимо аномалии термического состояния продолжает прослеживаться аномалия в локализации ядра АВ и его границ. Так в первом квартале 2022 г. верхняя граница АВ, определяемая по изотерме  $0$  °С, залегала на 55 м выше своего климатического положения. Также, как и АВ, летние тихоокеанские воды характеризуются повышенной температурой, превышающей климатическое среднее на  $2,0$  °С.

### 3.2 Уровень арктических морей

Характеристика особенностей колебаний уровня арктических морей за период с января по март 2022 года составлена по данным четырехсрочных наблюдений на 11-ти станциях, расположенных в морях Карском и Лаптевых (таблица 3.2.1). В Восточно-Сибирском и Чукотском морях наблюдения за уровнем моря не производились ни на одной из станций.

Таблица 3.2.1

#### Полярные станции, на которых осуществлялись наблюдения за колебаниями уровня в период январь – март 2022 г.

Станция	Широта	Долгота
Карское море		
им. Е.К. Федорова (мыс Большой Болванский Нос)	70° 27' N	59° 05' E
Амдерма	69° 45' N	61° 42' E
Усть-Кара	69° 15' N	64° 31' E
Сопочная Карга	71° 52' N	82° 42' E
о. Диксон	73° 30' N	80° 24' E
Мыс Стерлегова	75° 25' N	88° 54' E
ГМО им. Е.К. Федорова (мыс Челюскина)	77° 43' N	104° 17' E
Море Лаптевых		
Анабар	73° 13' N	113° 30' E
м. Кигилях	73° 20' N	139° 52' E
пр. Санникова	74° 40' N	138° 54' E
о. Котельный	76° 00' N	137° 52' E

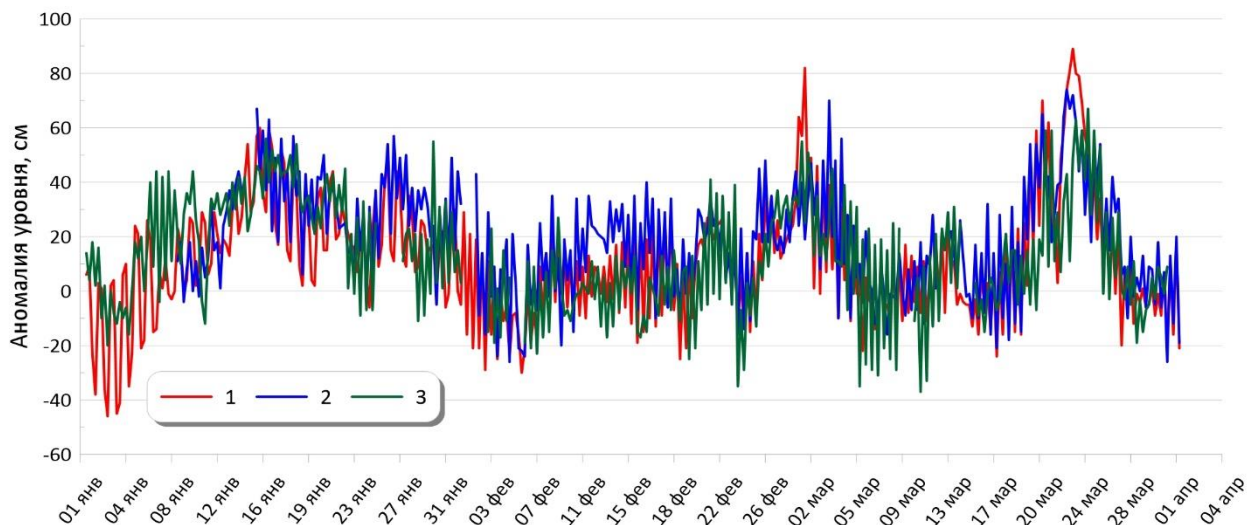
В юго-западной части Карского моря (рис. 3.2.1, табл. 3.2.2) по данным станций им. Е.К. Фёдорова (мыс Большой Болванский Нос), Амдерма и Усть-Кара до середины января происходил постепенный подъём уровня моря, а затем, до конца января, постепенное опускание.

В феврале уровень моря в основном колебался около отметки среднеголетних значений, а в марте можно отметить довольно сильный нагон в конце месяца. Самые





низкие значения уровня в данном районе наблюдались в начале января, когда на станции Амдерма уровень моря опустился на 46 см ниже среднееголетнего значения.



**Рис. 3.2.1. Колебания уровня на станциях юго-западной части Карского моря в январе – марте 2022 г.**

(1 – Амдерма; 2 – им. Е.К. Федорова (мыс Большой Болванский Нос); 3 – Усть-Кара)

На станции Усть-Кара 10 марта минимальная аномалия уровня составила  $-37$  см. Самые сильные нагоны наблюдались 22—24 марта, когда на станции им. Е.К. Фёдорова (мыс Большой Болванский Нос) уровень поднялся до  $+74$  см, на станции Амдерма — до  $+89$  см, а на станции Усть-Кара — до  $+67$  см выше среднееголетних значений.

На северо-востоке Карского моря (рис. 3.2.2, табл. 3.2.3) на станциях Мыс Стерлегова, ГМО им. Е.К. Федорова (мыс Челюскина), Сопочная Карга и о. Диксон колебания уровня происходили на повышенном фоне. Как и в юго-западной части моря, здесь в начале января наблюдались низкие значения уровня, который на станции о. Диксон опустился до  $-55$  см, а на станции Сопочная Карга — до  $-52$  см. Средний уровень моря в январе был близок к отметке среднееголетнего значения. В феврале на станции о. Диксон средний уровень поднялся до  $+23$  см, тогда как на других станциях он был ниже среднееголетнего ( $-12$  см на станции Сопочная Карга). В марте в этом районе Карского моря, как и на юго-западе, наблюдалось два сильных нагона в начале и середине месяца.



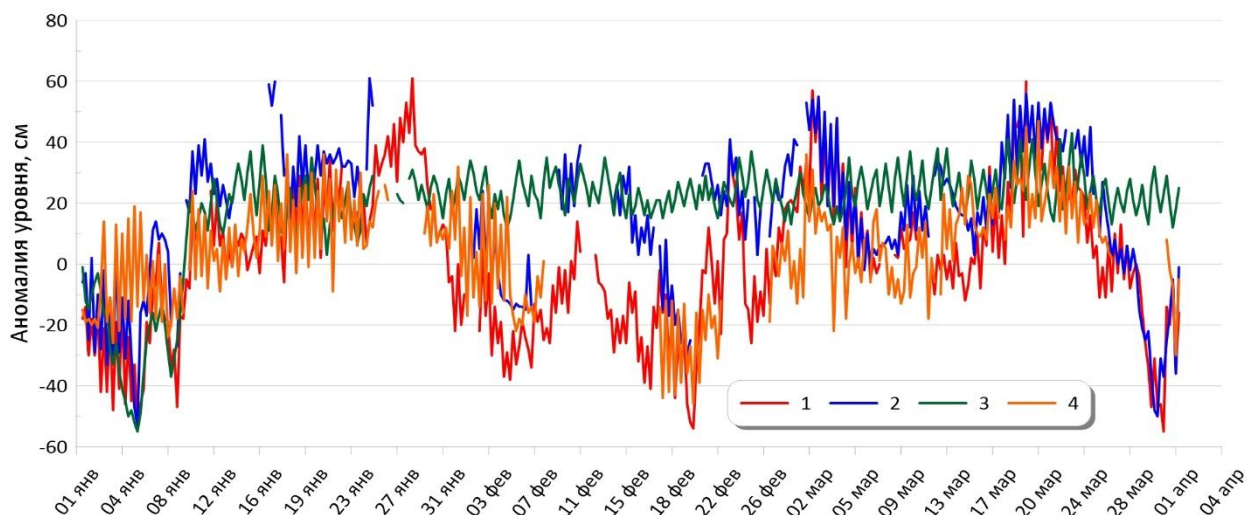
Таблица 3.2.2

**Основные характеристики изменений колебаний уровня на станциях юго-западной части Карского моря в январе – марте 2022 г.**

Станция	Хар-ки	Месяц		
		январь	февраль	март
им. Е.К. Федорова (мыс Большой Болванский Нос)	$h_{cp}$ (см)	–	14	17
	$\sigma_h$ (см)	–	17	23
	$h_{min}$ (см)	–	–26	–26
	Дата	–	4	30
	$h_{max}$ (см)	–	48	74
	Дата	–	25	22
Амдерма	$h_{cp}$ (см)	15	6	13
	$\sigma_h$ (см)	21	18	26
	$h_{min}$ (см)	–46	–30	–24
	Дата	2	5	16
	$h_{max}$ (см)	60	64	89
	Дата	15	28	23
Усть-Кара	$h_{cp}$ (см)	22	4	12
	$\sigma_h$ (см)	19	18	22
	$h_{min}$ (см)	–20	–35	–37
	Дата	2	23	10
	$h_{max}$ (см)	56	55	67
	Дата	15	28	24

Примечание:  $h_{cp}$  – среднемесячный уровень;  $\sigma_h$  – среднеквадратическое отклонение уровня;  $h_{min}$  – минимальный уровень;  $h_{max}$  – максимальный уровень.

На станции о. Диксон аномалия уровня моря составила +43 см, на станции Сопочная Карга – до +60 см, на станции м. Стерлегова — до +56 см, а на станции ГМО им. Е.К. Федорова (мыс Челюскина) — до +47 см. Необходимо так же отметить резкое падение уровня моря в конце марта на всех станциях кроме о. Диксон. Здесь 30 и 31 марта уровень моря опустился до –50 см на станции м. Стерлегова, до –55 см на станции Сопочная Карга и до –30 см на станции ГМО им. Е.К. Федорова (мыс Челюскина).



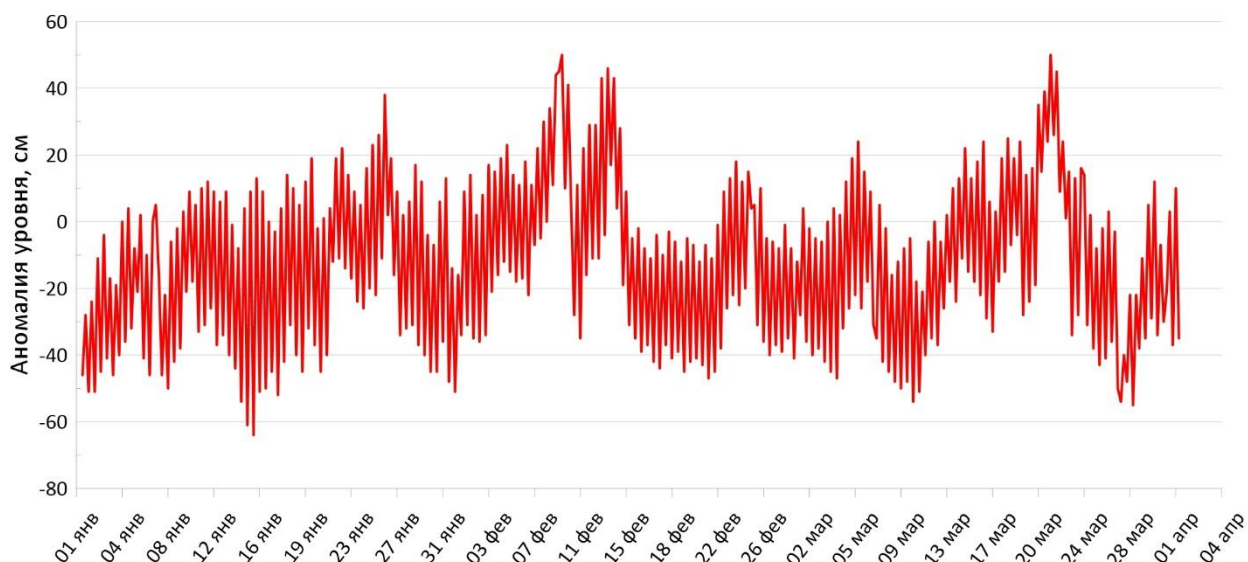
**Рис. 3.2.2. Колебания уровня на станциях северо-восточной части Карского моря в январе – марте 2022 г.**

1 – Сопочная Карга; 2 – Мыс Стерлегова; 3 – о. Диксон; 4 – ГМО им. Е.К. Федорова (м. Челюскина)

*Таблица 3.2.3*

**Основные характеристики изменений колебаний уровня на станциях северо-восточной части Карского моря январе – марте 2022 г.**

Станция	Хар-ки	Месяц		
		январь	февраль	март
о. Диксон	$h_{cp}$ (см)	7	23	25
	$\sigma_h$ (см)	23	5	7
	$h_{min}$ (см)	-55	12	12
	Дата	5	4	31
	$h_{max}$ (см)	39	37	43
	Дата	15	24	23
Сопочная Карга	$h_{cp}$ (см)	4	-12	9
	$\sigma_h$ (см)	25	18	22
	$h_{min}$ (см)	-52	-54	-55
	Дата	5	20	30
	$h_{max}$ (см)	61	39	60
	Дата	28	23	19
м. Стерлегова	$h_{cp}$ (см)	–	–	18
	$\sigma_h$ (см)	–	–	23
	$h_{min}$ (см)	–	–	-50
	Дата	–	–	30
	$h_{max}$ (см)	–	–	56
	Дата	–	–	19
ГМО им. Е.К. Федорова (м. Челюскина)	$h_{cp}$ (см)	6	–	11
	$\sigma_h$ (см)	16	–	14
	$h_{min}$ (см)	-26	–	-30
	Дата	3	–	31
	$h_{max}$ (см)	36	–	47
	Дата	17	–	20

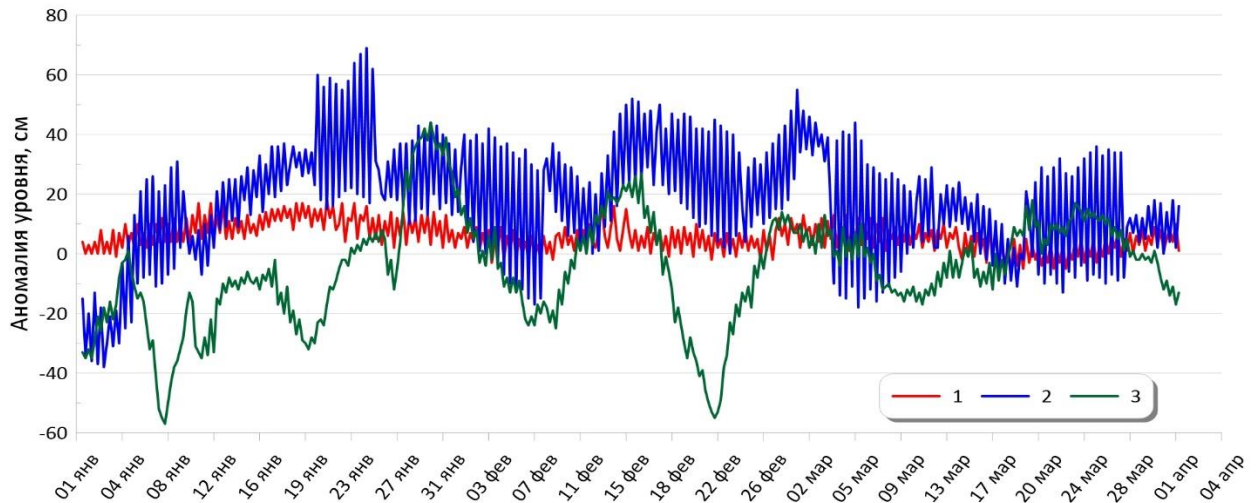


**Рис. 3.2.3** Колебания уровня в юго-западной части моря Лаптевых (Анабар) в январе — марте 2022 г.

Таблица 3.2.4

**Основные характеристики изменений колебаний уровня на станциях моря Лаптевых в январе – марте 2022 г.**

Станция	Хар-ки	Месяц		
		январь	февраль	март
Анабар	$h_{\text{cp}}$ (см)	-16	-7	-12
	$\sigma_h$ (см)	24	25	25
	$h_{\text{min}}$ (см)	-64	-47	-55
	Дата	15	21	28
	$h_{\text{max}}$ (см)	38	50	50
	Дата	25	9	21
м. Кигилях	$h_{\text{cp}}$ (см)	9	5	4
	$\sigma_h$ (см)	5	4	5
	$h_{\text{min}}$ (см)	-1	-3	-6
	Дата	3	3	18
	$h_{\text{max}}$ (см)	18	17	13
	Дата	21	12	1
пр. Санникова	$h_{\text{cp}}$ (см)	-9	-6	0
	$\sigma_h$ (см)	22	20	9
	$h_{\text{min}}$ (см)	-57	-55	-17
	Дата	7	21	10
	$h_{\text{max}}$ (см)	44	27	18
	Дата	29	15	19
о. Котельный	$h_{\text{cp}}$ (см)	17	24	12
	$\sigma_h$ (см)	23	18	17
	$h_{\text{min}}$ (см)	-38	-17	-18
	Дата	2	7	5
	$h_{\text{max}}$ (см)	69	55	48
	Дата	24	28	1



**Рис. 3.2.4. Колебания уровня на станциях восточной части моря Лаптевых в январе — марте 2022 г.**

(1 – м. Кигилях; 2 – о. Котельный; 3 – пр. Санникова)

В юго-западной части моря Лаптевых по данным станции Анабар (рис. 3.2.3, табл. 3.2.4) в течение всего периода наблюдений колебания уровня моря происходили на пониженном фоне. В среднем самый низкий уровень моря наблюдался в январе —  $-16$  см (минимальное значение —  $-64$  см, 15 января). В феврале уровень моря был выше чем в марте. Максимальное значение уровня наблюдалось 9 февраля и 21 марта и составило  $+50$  см. На востоке моря Лаптевых по данным станции пр. Санникова (рис. 3.2.4, табл. 3.2.4) в январе и феврале колебания уровня происходили на пониженном фоне и только в марте среднее значение уровня моря достигло среднегололетней отметки. 7 января и 21 февраля здесь отмечались сильные сгоны, когда аномалия уровня моря достигала отметки  $-57$  и  $-55$  см. На станции мыс Кигилях (рис. 3.2.4, табл. 3.2.4) в течение всего периода уровень моря был чуть выше среднегололетнего. В течение рассматриваемого периода на станции не наблюдалось значительных колебаний уровня.

На станции остров Котельный (рис. 3.2.4, табл. 3.2.4) колебания уровня происходили на повышенном фоне. Стоит отметить, что на этой станции среднее значение уровня в марте было ниже, чем в зимние месяцы. Максимальный нагон наблюдался 24 января, когда аномалия уровня моря достигла отметки  $+69$  см. Максимальный сгон был отмечен 2 января, когда аномалия уровня опустилась до  $-38$  см.

Наблюдений за колебаниями уровня на станциях, расположенных в Восточно-Сибирском и Чукотском морях в первом квартале 2022 г. не производилось, в связи с чем, дать какую-либо оценку особенностей колебаний уровня этого моря не представляется возможным.



### 3.3 Ветровое волнение на акватории арктических морей

По результатам модельных расчетов была выполнена оценка повторяемости максимумов значительных высот волн ( $H_s$  – significant wave height, обеспеченность 13 %) в арктических морях России с января по март 2022 г. Расчеты морского волнения осуществлялись с использованием спектрально-параметрической модели, разработанной в ЛО ГОИНе и модифицированной в ААНИИ. Положение кромки льда при расчетах задавалось по ежедневным спутниковым многоканальным микроволновым данным (SSM/I) и уточнялось по еженедельным данным диагноза сплоченности льда ААНИИ.

Акватории морей Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского в первом квартале 2022 года были покрыты льдом.

Сведения о распределении высот волн  $H_s$  для Баренцева моря приведены в таблице 3.3.1.

Таблица 3.3.1

#### Повторяемость (число дней) различных градаций высоты волн ( $H_s$ ) в Баренцевом море в первом квартале 2022 г.

Месяц	Высота волн, м												
	0–1	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6	6–7	7–8	8–9	9–10	10–11	11–12	12–13
Январь	–	–	8	7	7	4	2	1	2	–	–	–	–
Февраль	–	1	6	6	7	6	2	–	–	–	–	–	–
Март	–	–	1	12	6	5	1	2	1	–	–	1	2
Итого	–	1	15	25	20	15	5	3	3	–	–	1	2

Как видно из таблицы 3.3.1, в первом квартале 2022 г. на акватории Баренцева моря в большинстве случаев развивалось волнение в диапазоне высот от 3 до 4 м.

Число случаев, когда высота волн на акватории Баренцева моря превышала 5 м, составило:

- 9 (29 %) – в январе;
- 8 (28 %) – в феврале;
- 12 (39 %) – в марте.

Самым штормовым месяцем в первом квартале стал март. Максимальная расчетная высота волны в марте 2022 г. в Баренцевом море превысила 12,0 м (22 марта на 00 и 06 ч UTC). Продолжительность шторма составила 6 дней (с 18 по 23 марта). Это максимальное значение выше по сравнению с первым кварталом 2021 г. (в марте 2021 г. было более 10,5 м).



Следующим по силе штормовой активности стал январь (высота волн более 8,0 м рассчитана в Баренцевом море 24 января на 00 ч и 25 января на 06 и 12 ч UTC).

На рисунке 3.3.1, в качестве примера, приведено поле ветра и высот волн  $H_s$  на акватории Баренцева моря на 06 ч UTC 22 марта 2022 г.

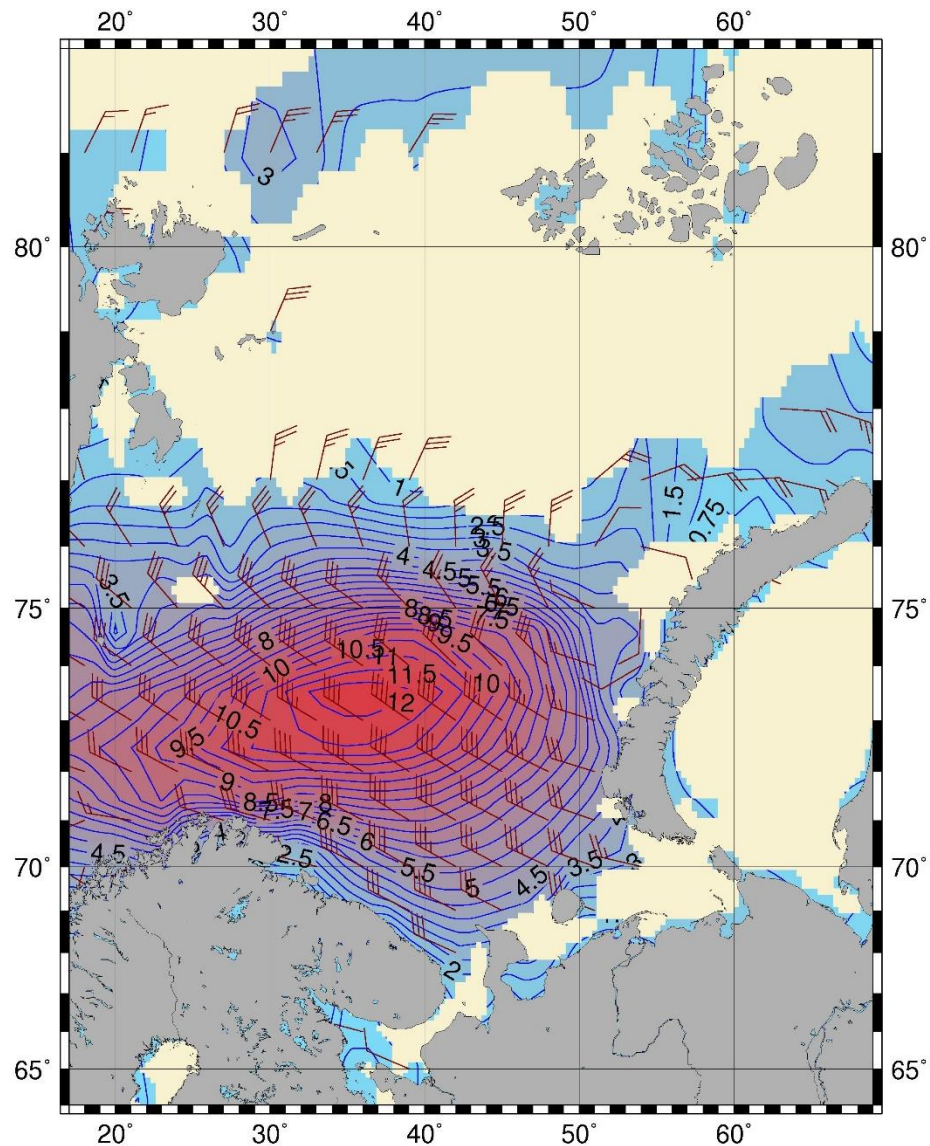


Рисунок 3.4.1. Поле ветра и высоты волн ( $H_s$ , м) в Баренцевом море на 06 ч UTC 22 марта 2022 г.