

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

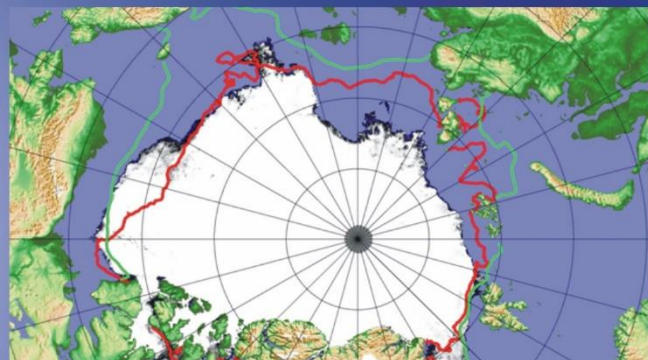
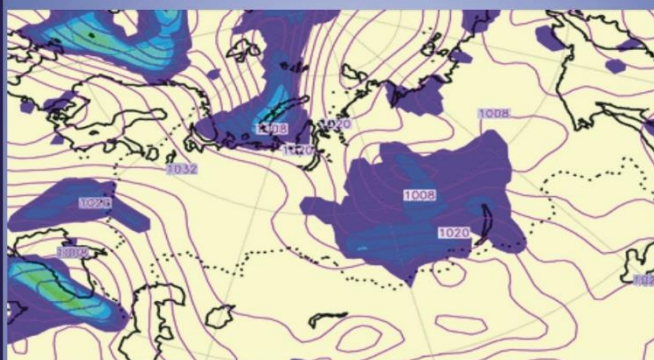


Государственный научный центр РФ
Арктический и антарктический научно-
исследовательский институт

ОБЗОР

гидрометеорологических процессов в Северном Ледовитом океане

I квартал 2025





СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ.....	2
ВВЕДЕНИЕ	3
1 Мониторинг крупномасштабных атмосферных процессов и метеорологические условия северной полярной области в период январь – март 2025 г.....	4
2 Ледовые условия и процессы в Северном Ледовитом океане и его морях в июле-сентябре 2024 г.....	16
3. Гидрологические условия Северного Ледовитого океана и его морей в 3 квартале 2024 г..	35
3.1. Термохалинные условия.....	35
3.2 Уровень арктических морей.....	38
3.3. Ветровое волнение на акватории арктических морей в 1 квартале 2025 г.....	44



ВВЕДЕНИЕ

Настоящий обзор содержит описание особенностей развития метеорологических, ледовых и гидрологических процессов в Северном Ледовитом океане и его морях в 3 квартале 2024 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 лабораторий метеорологии и 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, 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 — и. о. зав. отделом, М.С. Махотин).

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 Мониторинг крупномасштабных атмосферных процессов и метеорологические условия северной полярной области в период январь – март 2025 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 2025 г.

Анализ и оценка тенденций развития процессов в третьем квартале проводился с учетом процессов за предшествующий период, 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.

Расчеты средних месячных значений метеорологических показателей проводились по данным диагноза глобальной прогностической системы метеослужбы США (NOAA и NWS). Расчеты значений аномалии давления и температуры воздуха проводились относительно норм за период с 1991 по 2020 гг.

В результате мониторинга процессов различного пространственно-временного



масштаба с января по март 2025 г. были выявлены следующие особенности их развития.

Фоновые особенности развития крупномасштабных атмосферных процессов за первый квартал 2025 г. представлены в виде среднемесячных значений 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.

Анализ процессов показал, что в январе – марте 2025 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 2025 г. представлен на рис. 1.1 и 1.2.

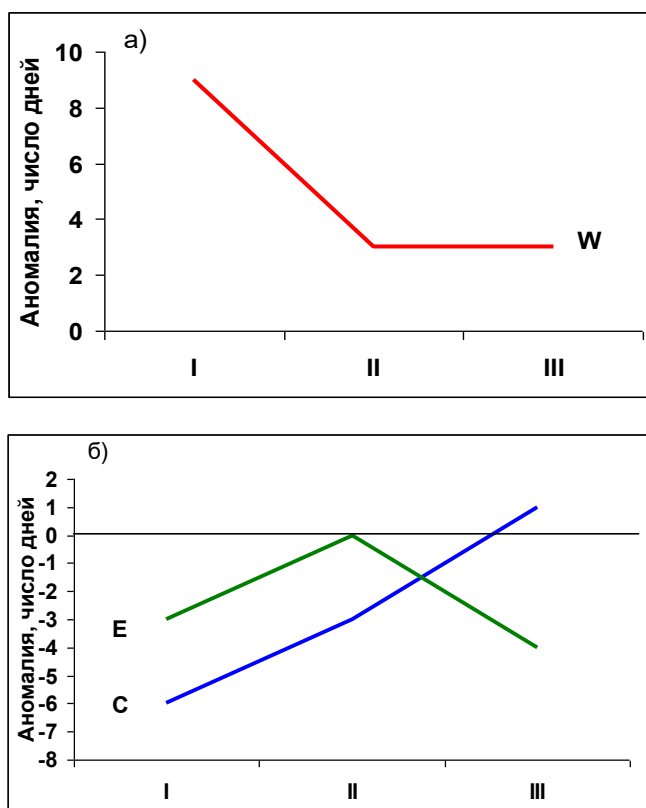


Рис. 1.1 Ход среднемесячных значений аномалий числа дней с основными формами и типами циркуляции атмосферы в период январь – март 2025 г.

W – западная форма, E – восточная форма, C – меридиональная форма,
 Z – зональный тип, M_1 – первый меридиональный тип, M_2 – второй меридиональный тип

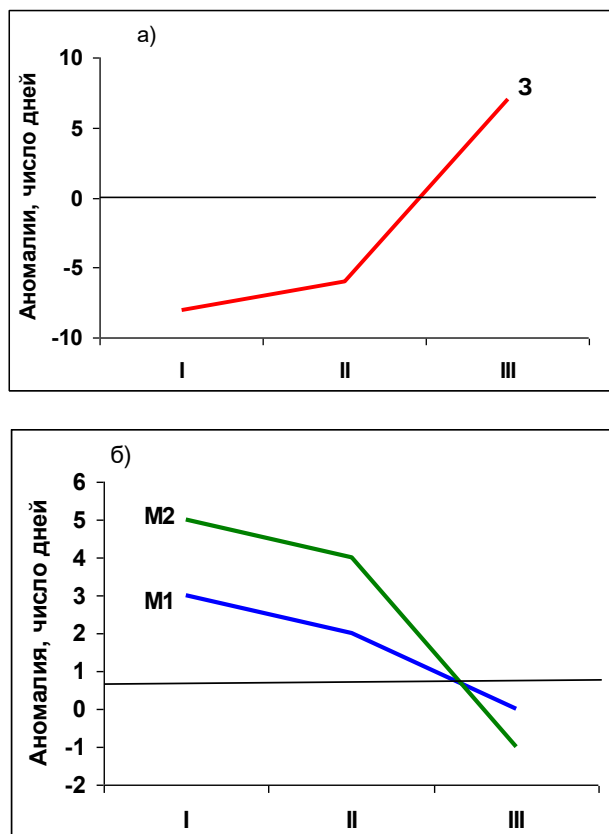


Рис. 1.2. Ход среднемесячных значений аномалий числа дней с типами циркуляции атмосферы в тихоокеано-американском секторе Северного полушария в период январь – март 2025 г.

W – западная форма, E – восточная форма, C – меридиональная форма,
 $З$ – зональный тип, M_1 – первый меридиональный тип, M_2 – второй меридиональный тип

В течение первого квартала происходила перестройка в направленности крупномасштабных атмосферных процессов.

Схема развития и перестройки крупномасштабных атмосферных процессов в Северном полушарии с января по март 2025 г. выглядит следующим образом:

Январь – W_{M2+M1} → Февраль – W_{M2+M1} → Март – $(W+C)_З$

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

В январе отмечалась усиление арктического антициклона. Под его влиянием в полярном районе сформировался фон давления выше нормы.

В дальнейшем отмечалось активизация циклонической деятельности. Под влиянием циклонов из Северной Атлантики фон давления в полярном районе понизился до отрицательных аномалий.



Изменения средних месячных значений аномалий давления от месяца к месяцу в центральном полярном районе Арктики представлены на рис. 1.3.

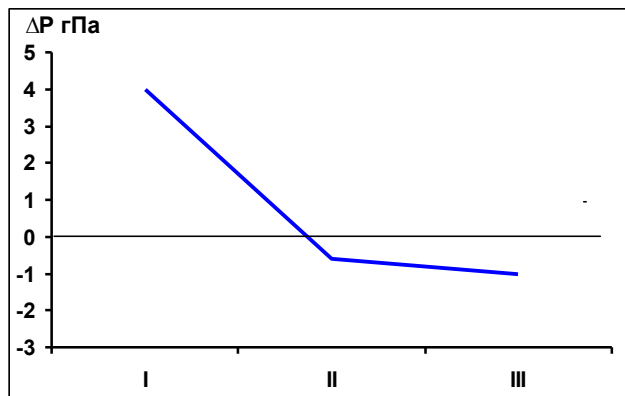


Рис. 1.3. Средние месячные значения аномалий давления (гПа) в январе-марте 2025 г. в полярном районе Арктики

В течение первого квартала 2025 г. над полярным районом преобладала устойчивая адвекция теплых воздушных масс. Наиболее высокие аномалии температуры, до значений + 3,5 °С, отмечались в феврале.

Во всех месяцах отмечалась тенденция к понижению температуры полярного района. В среднем за период январь – март 2025 г. фон температуры выше нормы на 3,5 °С и по сравнению с прошлым годом понизился на 1,4 °С.

Изменения в январе – марте 2025 г. среднемесечных значений аномалий температуры по полярному району представлены на рис. 1.4.

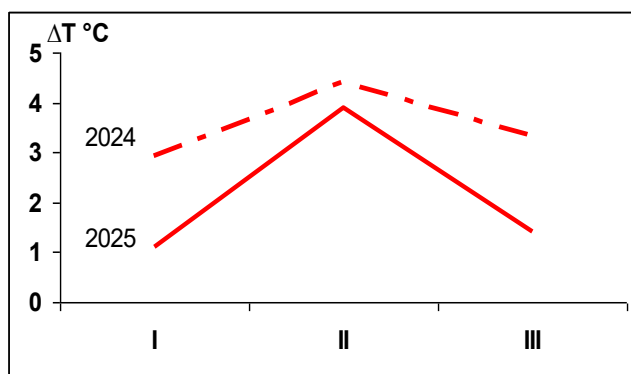


Рис.1.4. Средние месячные аномалии температуры воздуха (°С) в широтном поясе 70 – 85° с.ш. в январе – марте 2025 г.

Анализ структурных особенностей развития атмосферных процессов в первом квартале 2025 г. проводился по комплексу метеорологических характеристик (основным формам и типам циркуляции и их разновидностей, направлению воздушных потоков, атмосферному давлению, температуре воздуха и их аномалиям) 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 2025 г. и их влияние на структуру термобарических полей в отдельных районах Арктики представлены ниже.

Значения приземного давления и температуры представлены на рисунках 1.5 и 1.6 в виде полей среднего месячного давления и температуры и их аномалий.

В январе 2025 г. полярный район часто находился под влиянием высотных гребней. Высотная фронтальная зона (ВФЗ) была ориентирована на район Баренцева моря, под которой отмечалась наиболее активная циклоническая деятельность.

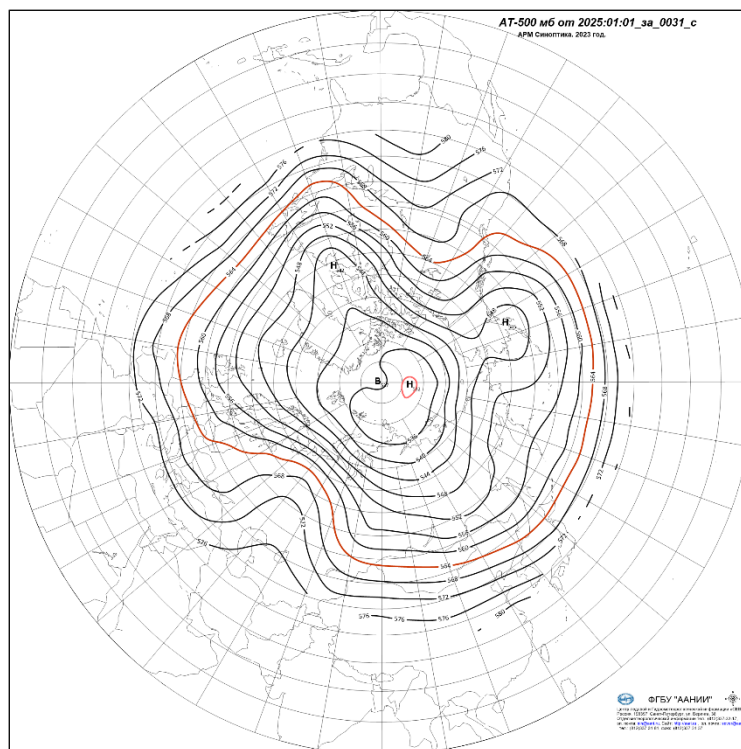


Рис. 1.5. Поле среднего геопотенциала (дам) изобарической поверхности 500 гПа в январе 2025 г.

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 акватории Баренцева моря и далее в меридиональном направлении на континентальную часть европейской территории России.

В западном секторе Арктики под влиянием арктического антициклона сформировался фон давления выше нормы. При воздушных потоках юго-западных и юго-восточных направлений преобладала адвекция теплых воздушных масс. В среднем за месяц наблюдался фон температуры около нормы.

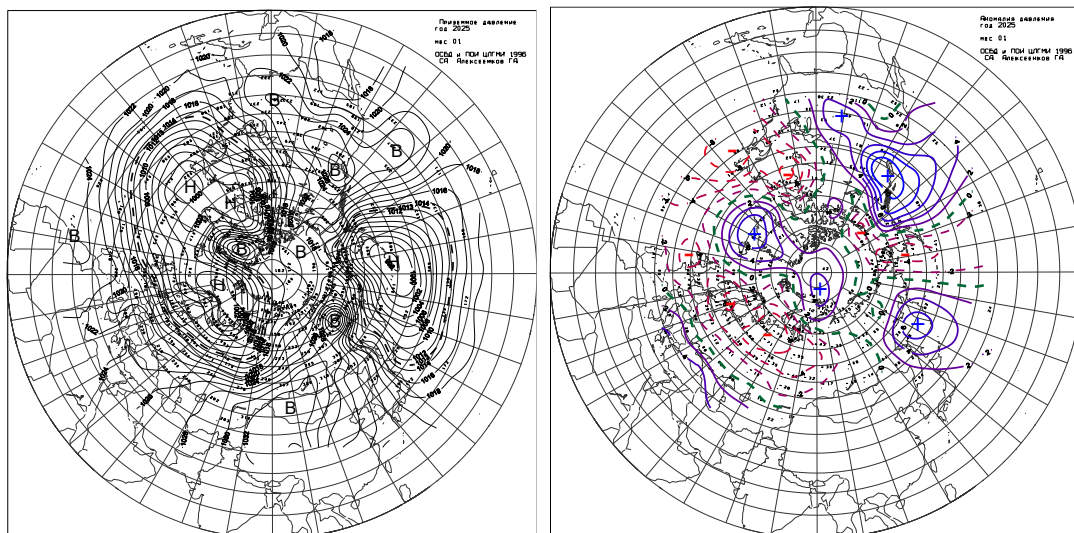


Рис. 1.6. Поле среднего приземного давления (слева) и его аномалии (справа) в январе 2025 г.(гПа)

Во *втором (тихоокеано-американском) секторе* аномально повышенную повторяемость имели меридиональные процессы типа M_2 . Характерной особенностью развития данного макропроцесса являлось 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 восточных направлений фон температуры в Чукотском и Восточно-Сибирском морях сформировался ниже нормы (рис. 1.7).

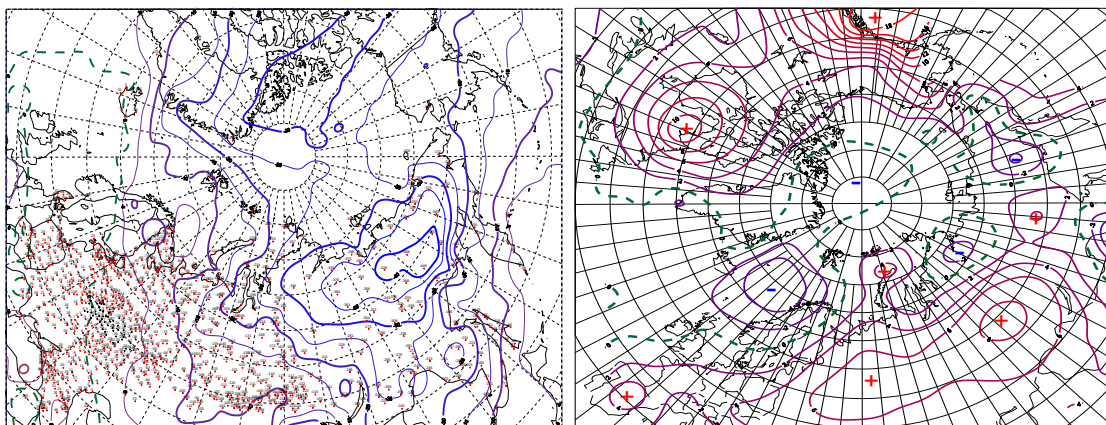


Рис. 1.7. Поле средней месячной приземной температуры воздуха (слева) и аномалии температуры (справа) в январе 2025 г., (°C)

В *феврале 2025 г.* центр ЦПВ на изобарической поверхности 500 гПа располагался в *гренландском секторе Арктики*. При этом центр высотного гребня сместился в район *восточных морей российской Арктики* (рис. 1.8).

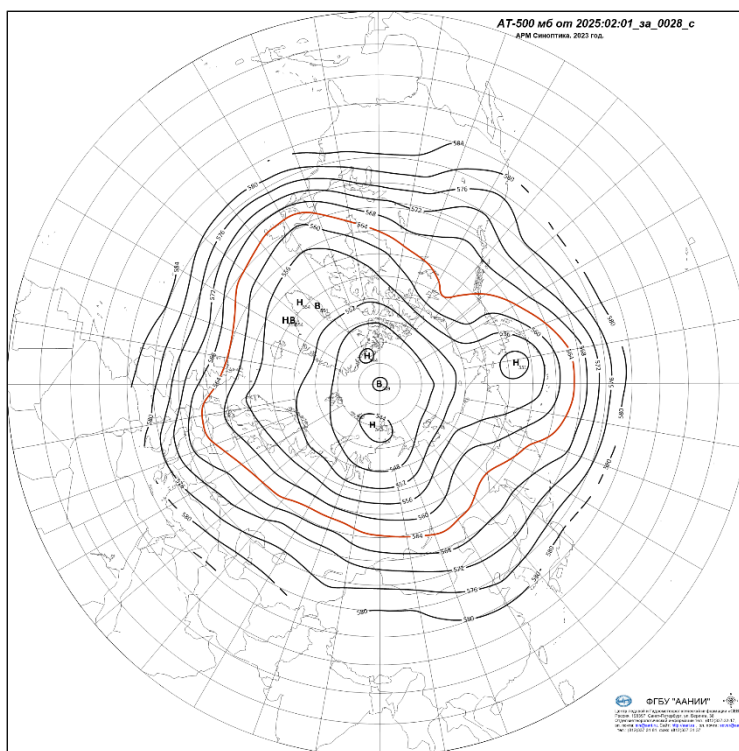


Рис. 1.8. Поле среднего геопотенциала (дам) изобарической поверхности 500 гПа в *феврале 2025 г.*

В *первом секторе* в *феврале* в приземном поле при западной форме циркуляции преобладала циклоническая деятельность. Циклоны в системе исландского минимума смещались, по сравнению с нормой, по высокоширотным траекториям. Фон давления с положительными аномалиями сформировался в Баренцевом, Карском и Лаптевых морей.

При воздушных потоках юго-западных и западных направлений усилилась адвекция теплого воздуха из Северной Атлантики. Наиболее высокий фон температуры отмечался в Карском море (рис. 1.9).

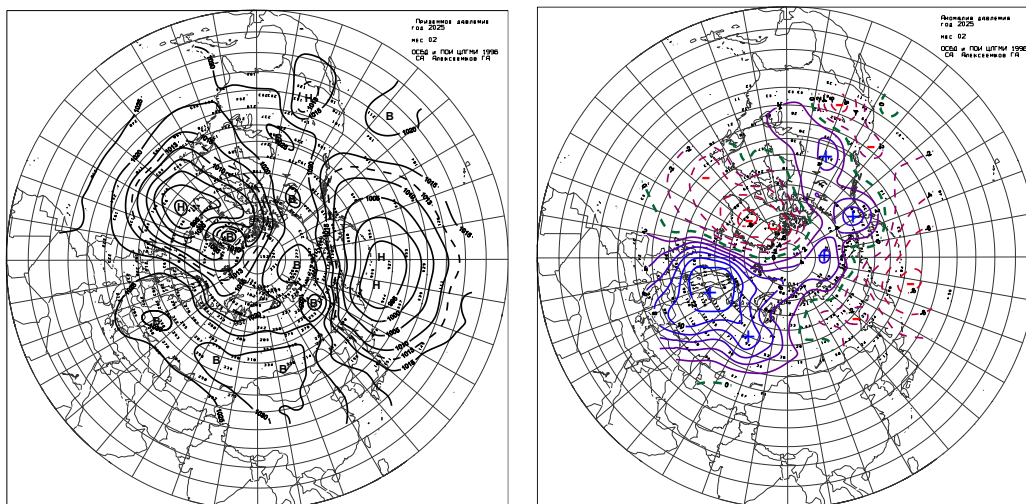


Рис. 1.9. Поле среднего приземного давления (слева) и его аномалии (справа) в феврале 2025 г., (гПа)

Во *втором секторе* отмечалось усиление крупномасштабных атмосферных процессов типа M_2 . Под влиянием блокирующего гребня арктического антициклона циклоны в системе алеутского минимума смещались по сравнению с нормой по низкоширотным траекториям. В восточном секторе полярного района сформировался фон с аномалиями температуры выше нормы (рис. 1.10).

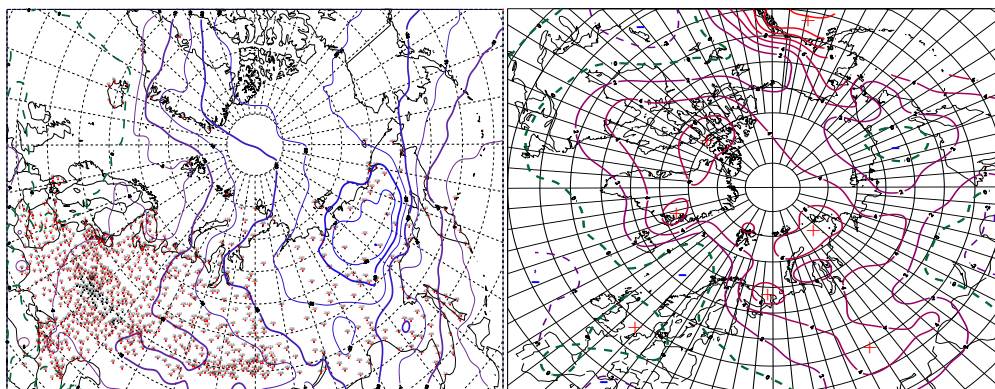


Рис. 1.10. Поле средней месячной приземной температуры воздуха (слева) и аномалии температуры (справа) в феврале 2025 г., ($^{\circ}\text{C}$)

В *марте 2025 г.* основной центр ЦПВ на изобарической поверхности 500 гПа сместился из гренландского сектора в западный сектор Арктики, где в приземном поле преобладала наиболее активная циклоническая деятельность (рис. 1.11).

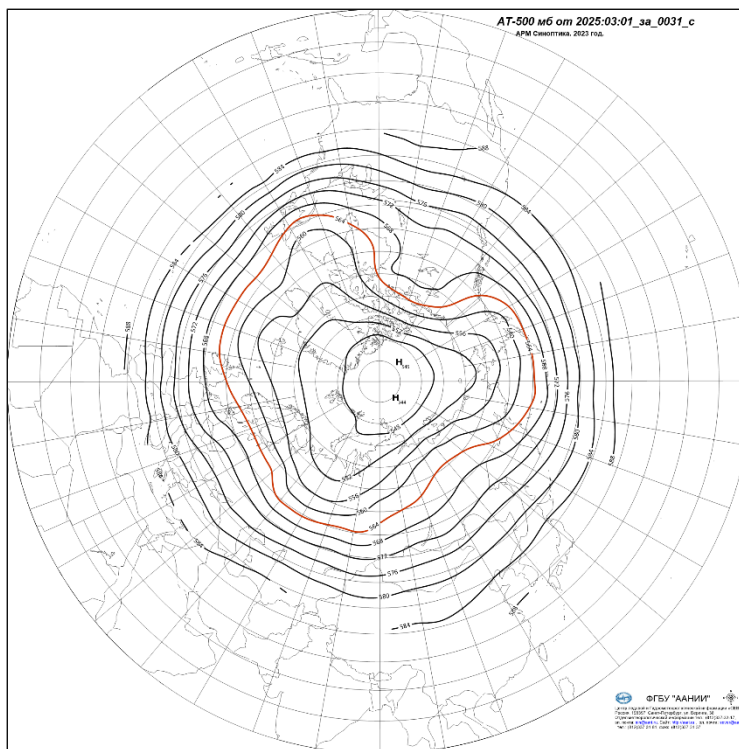


Рис. 1.11. Поле среднего геопотенциала (дам) изобарической поверхности 500 гПа в марте 2025 г.

В *первом секторе* в марте преобладали крупномасштабные атмосферные процессы западной формы циркуляции.

Циклоны в системе исландского минимума смещались по ВФЗ в широтном направлении до акватории Баренцева и Карского морей, где сформировались отрицательные аномалии давления.

В среднем за март по западному району фон температуры близок к норме. Наиболее низкий фон с отрицательными аномалиями температуры сформировался в приатлантическом районе под влиянием тыловой части проходящих циклонов из Северной Атлантики (рис. 1.12).

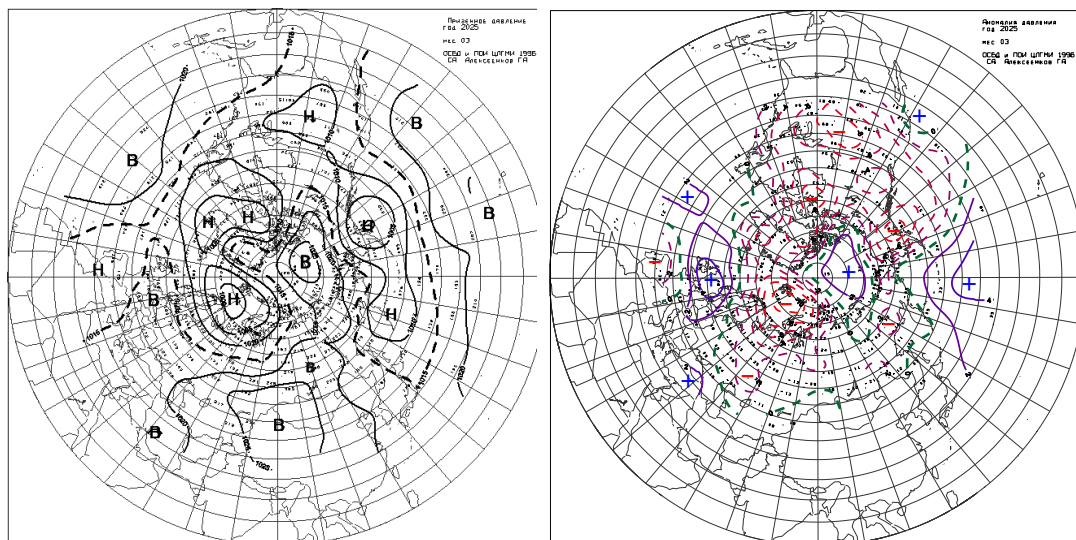


Рис. 1.12. Поле среднего приземного давления (слева) и его аномалии (справа) в марте 2025 г.(гПа)

Во *втором секторе* наблюдалось повышение числа дней с зональными атмосферными процессами. При данном макропроцессе под влиянием гребня арктического антициклона циклоны в системе алеутского минимума смещались по сравнению с нормой по низкоширотным траекториям. Под влиянием антициклона фон давления в этом секторе Арктики сформировался выше нормы.

В среднем за март по району преобладала адвекция теплых воздушных масс и положительные аномалии температуры. Исключением оказался район Восточно – Сибирского моря, где в тыловой части проходящих циклонов сформировался фон температуры ниже нормы (рис. 1.13).

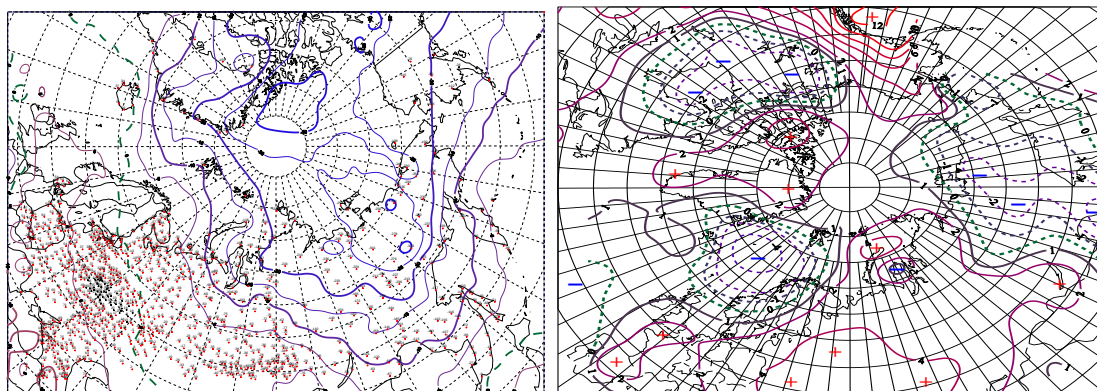


Рис. 1.13. Поле средней месячной приземной температуры воздуха (слева) и аномалии температуры (справа) в марте 2025 г., (°C)

Средние фоновые значения аномалий температуры за первый квартал 2025 г. для акваторий морей российской Арктики представлены на рисунке 1.14.

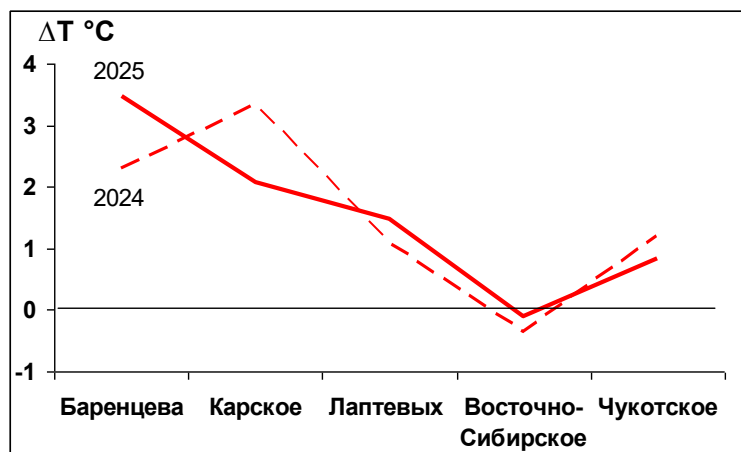


Рис. 1.14. Средние за первый квартал значения аномалий температуры воздуха (°C) для акваторий морей российской Арктики в 2024 и 2025 гг.

В первом квартале 2025 г. на трассе СМП наиболее высокая температура с положительной аномалией сформировалась в Баренцевом море, а наиболее низкая – в Восточно-Сибирском море.

По сравнению с первым кварталом прошлого года наибольшее повышение температуры в этом году отмечено в Баренцевом море, а понижение в Карском море.

В среднем за первый квартал по акватории всех пяти морей фон температуры близок к прошлогоднему значению 1,5 °C.

Анализ структурных особенностей циркуляции атмосферы внутри каждого месяца в январе — марте 2025 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 2025 г. представлены в табл. 1.1.



Таблица 1.1

Каталог макросиноптических процессов по классификации Вангенгейма – Гирса с января по март 2025 г. с внутримесячной детализацией атмосферных процессов по элементарным синоптическим процессам

Январь 2025			Февраль 2025			Март 2024		
ЭСП	А—Е	Т—А	ЭСП	А—Е	Т—А	ЭСП	А—Е	Т—А
1-7	<i>E</i>	<i>M₂</i>	1-6	<i>E</i>	<i>M₁</i>	1-7	<i>E</i>	<i>M₂</i>
8-19	<i>W</i>	<i>M₂</i>	7-10	<i>W</i>	<i>M₂</i>	8-11	<i>W</i>	<i>3</i>
20-22	<i>E</i>	<i>M₂</i>	11-13	<i>E</i>	<i>M₂</i>	12-20	<i>C</i>	<i>3</i>
23-31	<i>W</i>	<i>M₁</i>	14-20	<i>E</i>	<i>M₂</i>	21-24	<i>W</i>	<i>3</i>
			21-25	<i>W</i>	<i>M₂</i>	25-29	<i>W</i>	<i>M₂</i>
			26-28	<i>W</i>	<i>M₂</i>	30-31	<i>E</i>	<i>M₂</i>
Итого	<i>W</i> 21 (9) <i>C</i> 0 (-6) <i>E</i> 10 (-3)	<i>3</i> 0 (-8) <i>M₁</i> 9 (3) <i>M₂</i> 22 (5)	Итого	<i>W</i> 12 (3) <i>C</i> 3 (-3) <i>E</i> 13 (0)	<i>3</i> 0 (-6) <i>M₁</i> 6 (2) <i>M₂</i> 22(4)	Итого	<i>W</i> 13 (3) <i>C</i> 9 (1) <i>E</i> 9 (-4)	<i>3</i> 17 (7) <i>M₁</i> 0 (-6) <i>M₂</i> 14 (-1)

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, M₁, M₂) атмосферной циркуляции.



2 Ледовые условия и процессы в Северном Ледовитом океане и его морях в июле-сентябре 2024 г.

Оценки развития ледовых условий в I квартале 2025 г. получены по данным государственной наблюдательской сети, центров приема спутниковой информации Росгидромета, по данным экспедиционных исследований, проводимых в ААНИИ на ЛСП «Северный полюс» и научной обсерватории «Ледовая база Мыс Баранова», а также 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 2025 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://wdc.aari.ru/datasets/>.

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, проливов Девисов и 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).

Для расчета аномалий ледовых параметров, включающих в себя оценки состояния припайного льда (толщина и взлом припая) и основные фазы весенних и осенних ледовых явлений (сроки очищения, сроки ледообразования), использовались нормы, рассчитанные для каждой полярной станции с 1991 по 2020 г. (длина рядов для расчета средних многолетних значений составляет 30 лет).

Для расчета аномалий площади льда в СЛО и его морях, аномалий интенсивности сокращения и нарастания льда в различные периоды года используются нормы, рассчитанные за весь доступный период микроволновых наблюдений за морским льдом в Северном полушарии с 1979 по 2025 г. На рис. 2.1 показаны положение и границы квазиоднородных районов, по которым проводится описание развития ледовых условий.

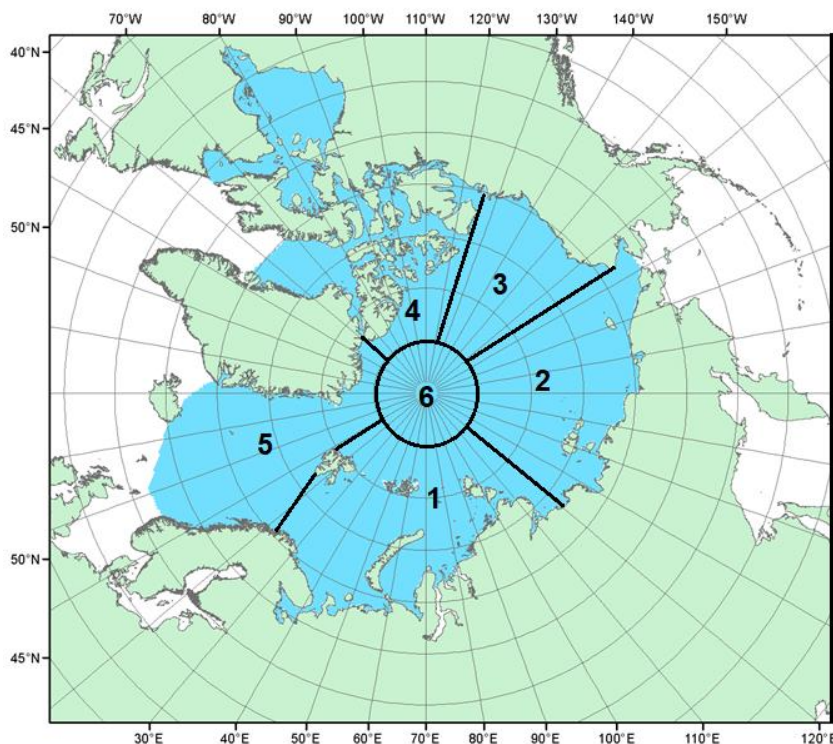


Рис. 2.1. Районы Северного Ледовитого океана

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

Ледообразование в Северном Ледовитом океане осенью 2024 г. началось в массиве старых и остаточных льдов в начале сентября. В первой декаде сентября начальные льды появились среди островов Канадского Арктического архипелага. В начале третьей декады сентября ледообразование началось на чистой воде вдоль границы старых и остаточных льдов. Полоса молодых льдов шириной 20 – 50 миль появилась в северных районах



Баренцева и Карского морей, в районе архипелага Северная земля и к северу от Новосибирских островов, а также в Чукотском море. Важно отметить, что в восточной части Восточно-Сибирского моря и юго-западной части Чукотского моря до конца сентября продолжали наблюдаться процессы разрушения остаточных льдов. В конце третьей декады сентября ледообразования наблюдалось вдоль всей границы массива старых и остаточных льдов в виде полосы шириной 30 – 60 миль, а также в обширной зоне остаточного льда в юго-западной части Чукотского моря.

В начале первой декады октября ледообразование началось в прибрежной полосе морей Лаптевых и Восточно-Сибирского. В середине октября ледообразование охватило северные и прибрежные части большинства арктических морей — северо-восточную часть Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского, юго-западную часть Чукотского, Бофорта (в северной его части) и район островов Канадского Арктического архипелага. Экстремально быстро, всего за 2,5 декады, произошло замерзание акватории морей Лаптевых и Восточно-Сибирского. В третьей декаде октября свободными ото льда оставались Баренцево море, западная часть Карского моря, восточная часть Чукотского моря и прибрежная часть моря Бофорта. В северо-восточной части Карского, Лаптева и Восточно-Сибирского и юго-западной части Чукотского морей наблюдались молодые льды.

Основной особенностью ледообразования в осенний сезон 2024 г. стало его начало в сроки близкие к среднемноголетним в тех районах, в которых сохранились остаточные льды (западная часть моря Лаптевых, северная часть Восточно-Сибирского и юго-западная часть Чукотского морей) и более позднее начало в районах, которые были полностью свободны ото льда, а также его большая интенсивность ледообразования в морях Лаптевых и Восточно-Сибирском.

Количество молодых льдов, появившихся в СЛО с середины сентября по середину октября 2024 г., составило около 1,5 млн км², что было на 16 % меньше среднего многолетнего значения (1,8 млн км²) за длинный ряд наблюдений 1979 – 2023 гг.

В ноябре продолжалось интенсивное развитие ледообразования и увеличение площади молодых и однолетних льдов. В середине ноября молодыми льдами были покрыты все арктические моря, кроме Баренцева, юго-запада Карского и восточной части Чукотского. В этих морях сохранялись обширные зоны чистой воды. Количество молодых льдов, появившихся в СЛО с середины октября по середину ноября, составило 3 млн км², что на 34 % превысило среднемноголетние значения (2,3 млн км²). В конце ноября оставались свободными ото льда только часть Баренцева моря, юго-западная часть Карского моря и два очага чистой воды в Чукотском море, в центральной его части и в

районе Берингова пролива. В конце ноября начал формироваться припай вокруг островов архипелагов Северная Земля и Новосибирские острова, а также вдоль побережий российских арктических морей. Вокруг островов Канадского арктического архипелага также появился припай.

В декабре продолжилось увеличение площади и толщины ледяного покрова (рис. 2.2). Интенсивность нарастания площади льда в декабре была больше нормы. Количество молодых и однолетних льдов, появившихся в СЛО и его морях с середины ноября по середину декабря, составило 1,6 млн км², что оказалось на 18 % больше среднего многолетнего значения (1,4 млн км²).

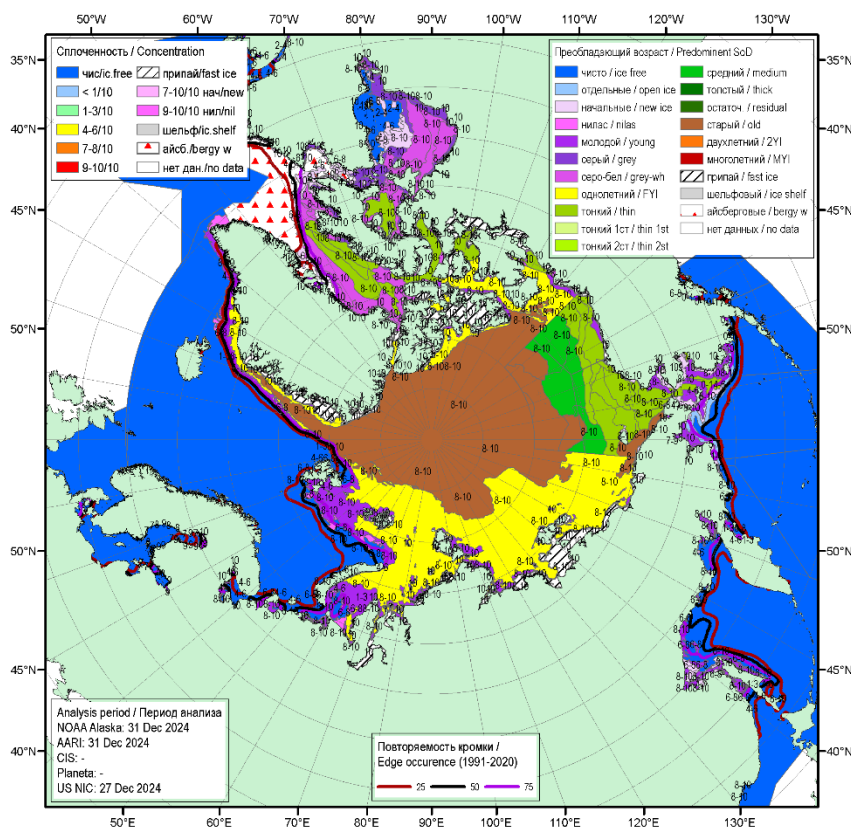


Рис. 2.2 Обзорная ледовая карта СЛО по возрасту льда за 27 – 29 декабря 2025 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

В середине декабря ледообразование охватило северную часть Баренцева моря, а также юго-западные части Карского и Чукотского морей. Свободными ото льда оставались только центральная часть Баренцева моря, подходы к проливу Карские ворота со стороны Карского моря и к Берингову проливу со стороны Чукотского моря. В северной части Баренцева, юго-западной части Карского, центральной и прибрежной частях Чукотского морей, а также в прибрежной части моря Бофорта наблюдались молодые льды (серые и серо-белые). На акватории остальных морей преобладал однолетний тонкий лед.



По оценкам, выполненным в ААНИИ, общая площадь дрейфующих льдов в СЛО в конце декабря 2024 г. составила 10,8 млн км² при норме 11,6 млн км², т. е. оказалась на 6 % меньше средних многолетних значений. Площадь распространения льдов в конце года в 2024 г. оказалась минимальной за ряд наблюдений с 1978 по 2024 г.

Распределение ледяного покрова по сплоченности и по возрастным грациям на середину каждого месяца и поля среднемесячного дрейфа за период январь – март 2025 г. приведены рис. 2.3– 2.11.

На рис. 2.3 приведено распределение льда по возрасту, а на рис. 2.4 — распределение льда по сплоченности на середину января 2025 г.

Близкое к среднемноголетним срокам начало ледообразования среди остаточных льдов и более позднее в тех морях, которые были полностью очищены ото льда, но вместе с тем большая интенсивность ледообразования в октябре — декабре 2024 г., привели к быстрому увеличению площади ледяного покрова. В середине января все арктические моря были покрыты дрейфующими и припайными льдами разного возрастного состава.

В Баренцевом море, юго-западной части Карского моря, западной части моря Лаптевых, а также в северо-восточной части Чукотского моря, преобладали молодые и однолетние тонкие льды. В остальных морях — в северо-восточной части Карского, восточной части Лаптевых, Восточно-Сибирском и Бофорта, со второй половины января начали преобладать однолетние средние льды (диапазон толщины 70 – 120 см). Однако в этих морях также сохранялось большое количество однолетних тонких льдов. Появление однолетних средних льдов (диапазон толщины 70 – 120 см) и их преобладание на акватории этих морей уже в середине января свидетельствует о большой интенсивности нарастания толщины ледяного покрова. Появление зон с однолетними толстыми льдами (диапазон толщины более 120 см) в январе не отмечалось.

Основной массив старых льдов располагался в приполюсном районе, гренландском и канадском секторах Арктики. Большое количество двухлетних льдов, в виде протяженной полосы, сохранялось в прибрежной части на востоке Восточно-Сибирского и в юго-западной части Чукотского морей. Длина полосы старых льдов достигала 200 и более миль, а ширина менялась от 30 до 100 миль.

Развитие припая вдоль побережья арктических морей, вокруг островов и проливов происходило с запозданием по отношению к норме. Припай установился вдоль береговой черты всех морей российского сектора Арктики, вокруг архипелагов: Земля Франца Иосифа, Северная земля и Новосибирские островов, но развит был меньше среднемноголетних размеров. В середине января установился сплошной припай в проливе



Вилькицкого. В проливах островов Канадского арктического архипелага припай был меньше средних размеров. В течение января наблюдалось устойчивое развитие заприпайных полыней в морях Карском и Лаптевых (рис. 2.3).

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 среднемуголетнему положению для января (рис. 2.4).

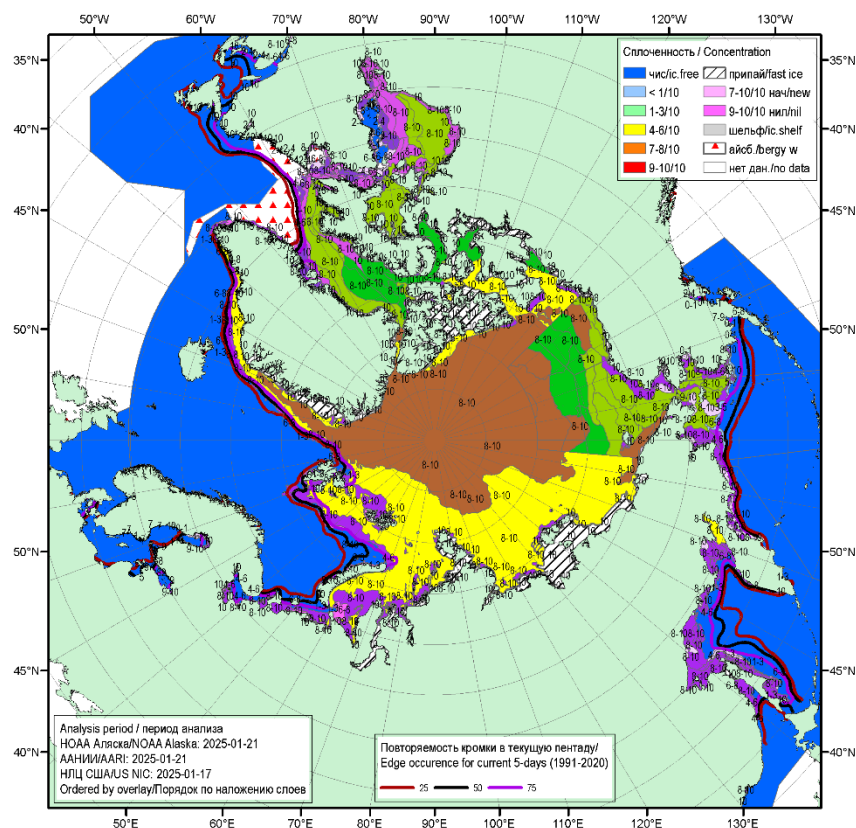


Рис. 2.3. Обзорная ледовая карта СЛО по возрасту льда за 17 – 25 января 2025 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

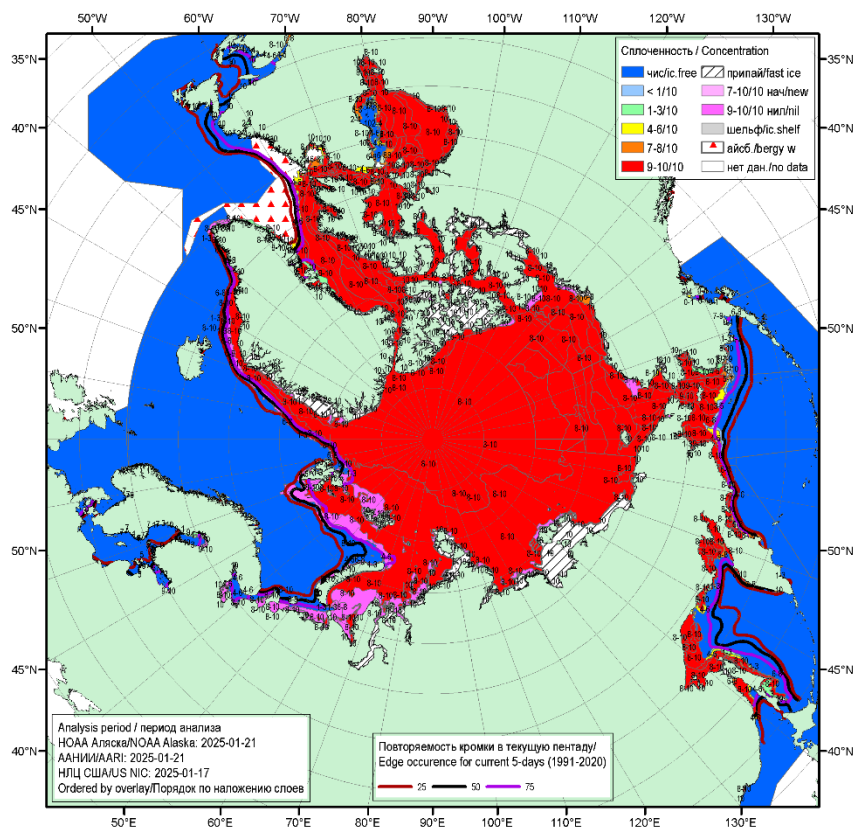


Рис. 2.4. Обзорная ледовая карта СЛО по сплоченности льда за 17 – 25 января 2025 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

В январе получили хорошее развитие основные структуры дрейфа льдов в СЛО – Трансарктический перенос и Канадский антициклонический круговорот, а также, редко наблюдаемый, восточный перенос льдов, проходящий по акватории морей Лаптевых и Восточно-Сибирскому.

Трансарктический перенос льдов брал свое начало из северной части Карского моря. Стрежень потока был смещен к западу — архипелагам Земля Франца-Иосифа и Шпицберген. Поток льдов проходил западнее от приполюсного района и выносил льды в пролив Фрама. Скорости дрейфа льда на всем протяжении переноса составляла до 3 – 6 км/сут и возрастали на подходе к проливу Фрама до 10 км/сут.

Канадский антициклонический круговорота также имел хорошее развитие. Центр его наблюдался над северо-западной частью моря Бофорта. В результате огромного вихря, льды из северной части Восточно-Сибирского моря выносило в приполюсный район, далее из приполюсного района к побережью островов Канадского арктического архипелага. Далее вдоль побережья Аляски льды из моря Бофорта льды выносило в Чукотское море. Скорость дрейфа льдов в центральной части этого гигантском круговороте составляла 1 – 2 км/сут, а на периферии круговорота от 2 до 4 км/сут.

Дополнительно к наблюдаемым традиционным структурам дрейфа в январе сформировался нетипичный поток льдов, проходящий с запада на восток по акваториям морей Лаптевых и Восточно-Сибирского. В результате такого сформировавшегося дрейфа льды из моря Лаптевых переносились в восточную часть Восточно-Сибирского моря, значительно усложняя обстановку на подходах к проливу Лонга. Скорости дрейфа льдов в этом потоке составляли 2 – 3 км/сут (рис. 2.5).

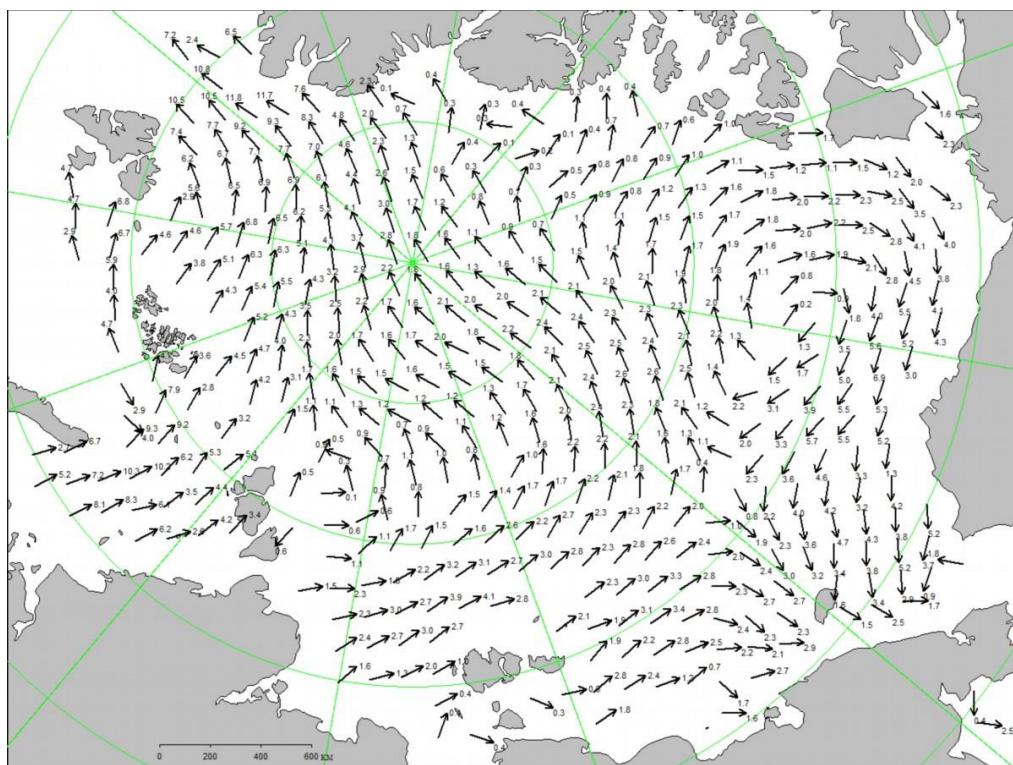


Рис. 2.5. Поле скорости фактического дрейфа морского льда в январе 2025 г., восстановленное на основе корреляционного анализа спутниковых изображений льда в микроволновом диапазоне

В феврале наблюдалось дальнейшее развитие ледяного покрова и нарастание толщины льда. В западном районе российского сектора Арктики – в Баренцевом и юго-западной части Карского морях, преобладали однолетние тонкие (диапазон толщины 30–70 см) и молодые льды. В северо-восточной части Карского моря преобладали однолетние тонкие и средние льды. В морях Лаптевых, Восточно-Сибирском и Чукотском преобладали однолетние средние льды. В восточном районе российского сектора Арктики, а также в море Бофорта преобладали однолетние средние льды, но в северных районах восточных морей, начиная со второй половины февраля, появились обширные зоны с преобладанием однолетних толстых льдов (толщина более 120 см).



Большое количество молодых льдов наблюдалось в прикромочной зоне Баренцева, в юго-западной части Карского моря и в море Лаптевых, что было связано с образованием обширных заприпайных полыней в этих районах.

В прибрежной части Восточно-Сибирского и Чукотского морей наблюдалось большое количество старых льдов в виде обширных вытянутых языков.

В морях западного района российского сектора Арктики (Баренцева, Карского, западная часть Лаптевых) до конца февраля появление однолетних толстых льдов не отмечалось. В морях восточного сектора (восточная часть Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское) со второй половины февраля в северных частях морей появились зоны с преобладанием однолетних толстых льдов. Такое медленное 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 льдов в течение января и февраля.

Припай во всех арктических морях был развит меньше своего среднего многолетнего значения. В районе островов Канадского арктического архипелага припай по своим размерам был близок к норме. Развитие заприпайных полыней наблюдалось во второй половине февраля в морях Баренцевом, Карском и Лаптевых. В морях Восточно-Сибирском, Чукотском и Бофорта развитие заприпайных полыней было незначительным.

Основной массив старых льдов в СЛО был смещен в гренландский, канадский сектора и в приполюсный районы Арктики (рис 2.6).

Поле сплоченности льдов было достаточно однородным, что характерно для середины зимы. Преобладали сплоченные льды (сплоченность 9 – 10 баллов). Границы дрейфующих льдов в Гренландском море были больше среднемноголетнего положения, а в Баренцевом морях были близки к своему среднемноголетнему положению для февраля (рис. 2.7).

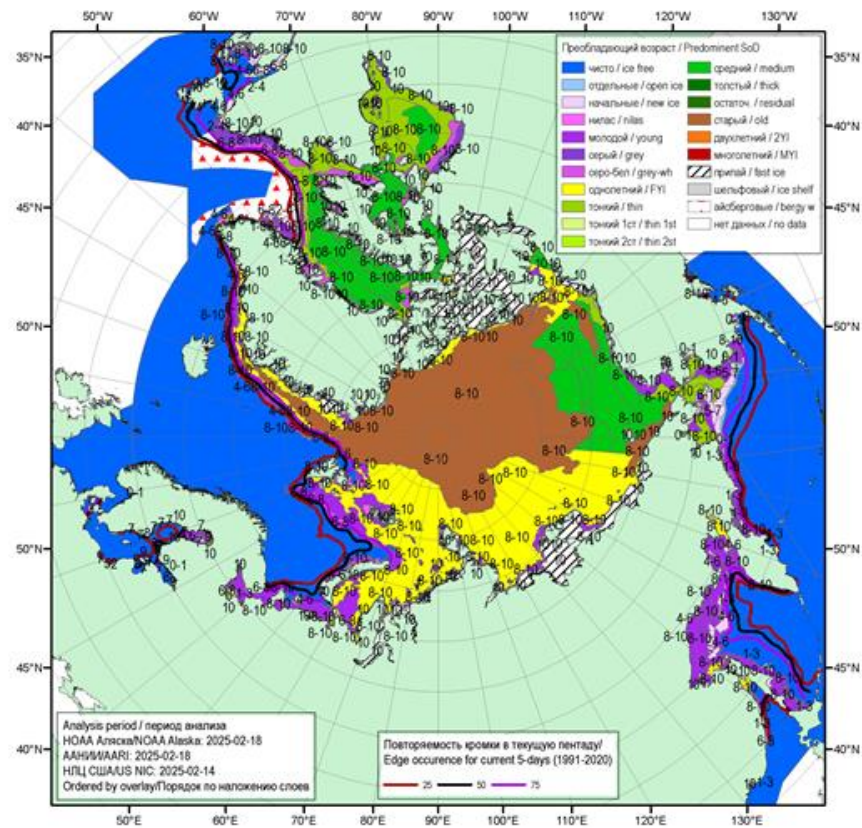


Рис. 2.6. Обзорная ледовая карта СЛО по возрасту льда за 14 – 18 февраля 2025 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

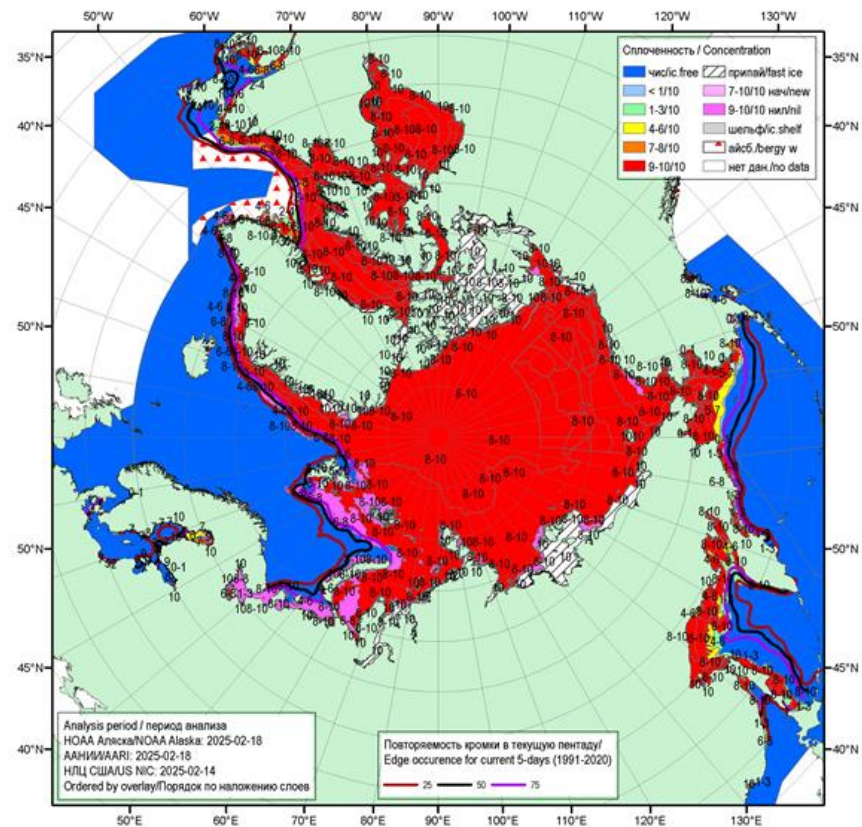


Рис. 2.7. Обзорная ледовая карта СЛО по сплоченности льда за 14 – 18 февраля 2025 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США



В феврале в поле дрейфа произошли существенные изменения. Трансарктический перенос льда был развит слабо и его поток был сильно смещен к западу, к островам арктических архипелагов Шпицберген и ЗФИ. Перенос льдов брал свое начало из северной части Карского моря. Далее поток льдов разделялся на две ветви. Первая ветвь, составила узкий и смещенный к архипелагам Шпицберген и ЗФИ Трансарктический перенос льдов, выносила льды в пролив Фрама. Средняя скорость дрейфа составляла 3-5 км/сут. Вторая ветвь потока присоединялась к периферии мощного и хорошо развитого Канадского антициклонического круговорота.

Канадский антициклонический круговорот был развит очень хорошо и занимал практически всю акваторию СЛО. Свое начало обширный круговорот льдов, брал из северных частей морей Карского и Лаптевых. Далее через приполюсный район льды переносились в западную часть СЛО к берегам Канадского арктического архипелага и Аляски в море Бофорта. Из моря Бофорта льды переносились в северную часть морей Чукотского и Восточно-Сибирского. Центр круговорота располагался необычайно низко, в районе $73^{\circ} - 74^{\circ}$ с.ш. и был смещен к западу на 180 меридиан. Такое расположение и развитие Канадского антициклонического круговорота является крайне редким. Средняя скорость дрейфа составила 3 – 6 км/сут по периферии круговорота и 1 – 2 км/сут в его центральной части. (рис. 2.8).

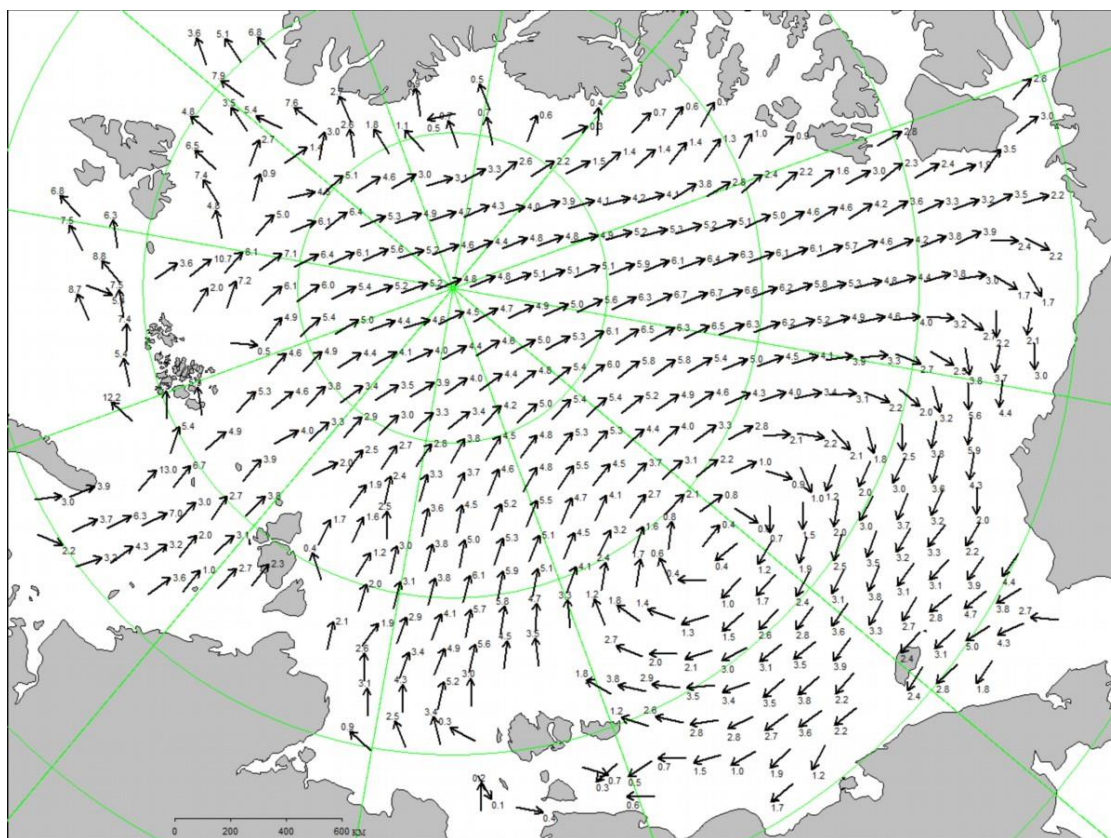


Рис. 2.8. Поле скорости фактического дрейфа морского льда в феврале 2025 г., восстановленное на основе корреляционного анализа спутниковых изображений льда в микроволновом диапазоне

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, нарастание толщины льдов на полярных станциях.

В западном районе российского сектора СЛО (в Баренцевом и Карском морях, и в западной части моря Лаптевых) однолетних толстых льдов не наблюдалось. Зона с преобладанием однолетних толстых льдов сформировалась южнее массива старых льдов, в виде полосы шириной 150 – 200 км, и располагалась значительно севернее границы российских арктических морей.

В восточном районе российского сектора СЛО (восточной части моря Лаптевых и в морях Восточно-Сибирском, Чукотском) и в море Бофорта в течение первой половины марта преобладали однолетние средние льды. Во второй половине марта в северных районах данных морей появилась ледовые зоны с преобладанием однолетних льдов.

Подобная ситуация, когда в марте в восточных арктических морях еще не наблюдается преобладание однолетних толстых льдов, является нехарактерной и свидетельствует о слабом нарастании толщины ледяного покрова. Еще более



нехарактерные для этого периода года ледовые условия сложились в прибрежных районах восточной части Восточно-Сибирского моря и вдоль чукотского побережья – юго-западной части Чукотского моря. Здесь наблюдались обширные зоны с преобладанием старых льдов. В море Бофорта протяженный язык старых льдов, шириной 50 – 100 км, наблюдался от островов Канадского арктического архипелага до мыса Барроу.

В возрастном составе льдов в морях западного района российского сектора СЛО в основном преобладали однолетние тонкие и средние льды. В морях восточного района российского сектора СЛО в первой половине марта преобладали однолетние средние льды. А со второй половины марта однолетние средние и толстые льды. Много молодых льдов наблюдалось в прибрежной части Баренцева моря и в заприпайных полыньях, которые были хорошо развиты в морях Карском и Лаптевых.

Припай был развит близко к своему среднемуголетнему положению в северо-восточной части Карского моря и восточной части моря Лаптевых. Вдоль побережья Карского моря, в западной части моря Лаптевых и в западной части Восточно-Сибирского моря припай был развит меньше норм (рис. 2.9).

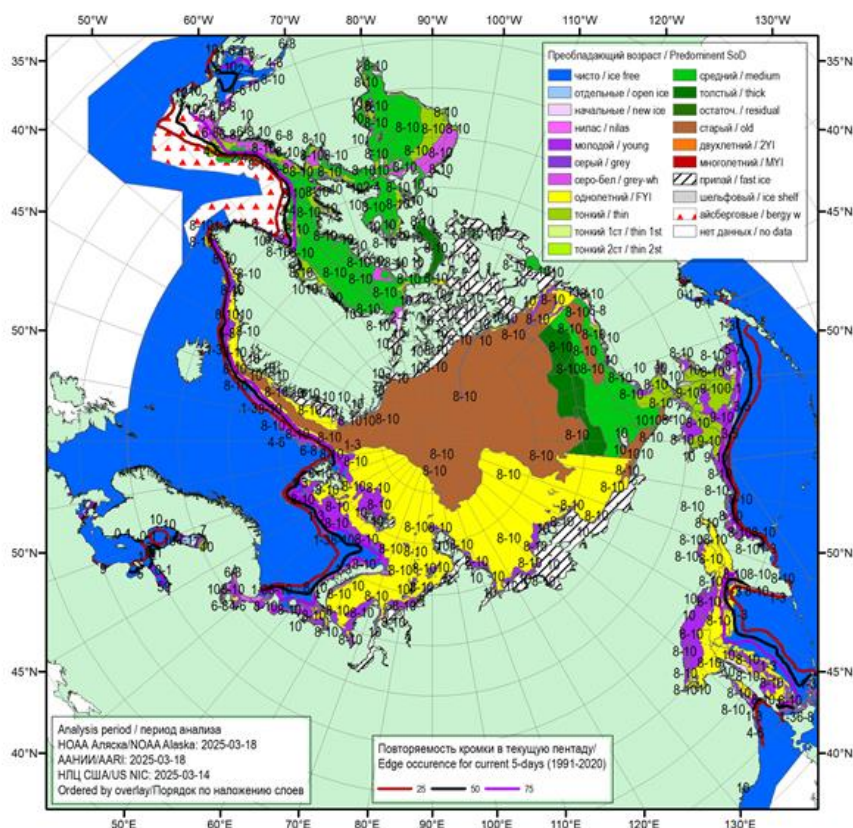


Рис. 2.9. Обзорная ледовая карта СЛО по возрасту льда за 14 – 18 марта 2025г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

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, образовавшихся в результате дрейфа льдов, 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 среднему многолетнему положению для марта (рис. 2.10).

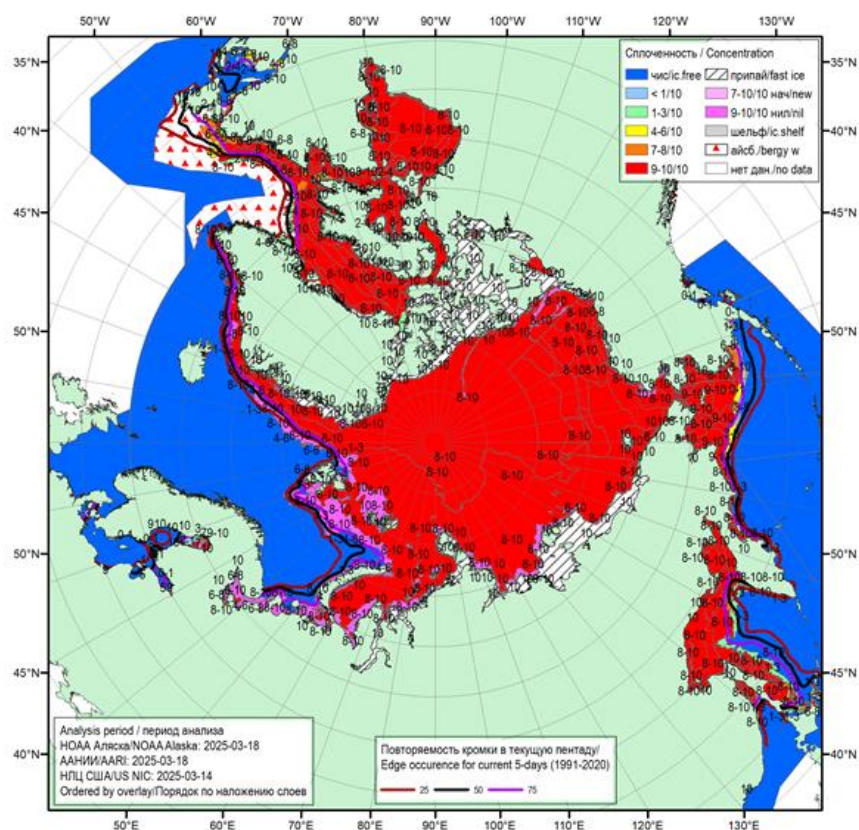


Рис. 2.10. Обзорная ледовая карта СЛО по сплоченности льда за 14 – 18 марта 2025 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

В марте в СЛО сформировалось классическое поле дрейфа ледяного покрова, состоящее из двух хорошо выраженных структур – Трансарктического переноса льдов, который представлял собой широкий поток дрейфующих льдов, наблюдаемый в западной части СЛО, и обширный Канадского антициклонический круговорот, который наблюдался в восточной части СЛО.

Широкий Трансарктический перенос льдов, брал свое начало из северных районов морей Карского и Лаптевых. Далее, этот гигантский поток льда через приполюсный район выносился в пролив Фрама. Скорости дрейфа льда в основном потоке были достаточно высокими и составляли 5 – 10 км/сут. Скорости дрейфа существенно возрастали на подходе и в центральной части пролива Фрама до 10 – 15 км/сут.

Канадский антициклонический круговорот представлял собой обширный антициклонический вихрь с центром над северной частью моря Бофорта. В результате дрейфа, происходило масштабное замещение льдов в различных частях СЛО. Льды из северных районов морей Восточно-Сибирского и Чукотского выносились в приполюсный район и замещали льды приполюсного района, которые в свою очередь поступали к побережью Гренландии и островов Канадского арктического архипелага. Льды из этих районов поступали в море Бофорта. Льды моря Бофорта в свою очередь поступали в северные районы морей Восточно-Сибирского и Чукотского. Скорость дрейфа льдов на периферии круговорота составляла 3 – 5 км/сут и возрастала в море Бофорта до 5 – 10 км/сут. В центральной части вихря скорость дрейфа составляла 1 – 3 км/сут. Результирующее поле среднемесячного дрейфа льда за март приведено на рис. 2.11.

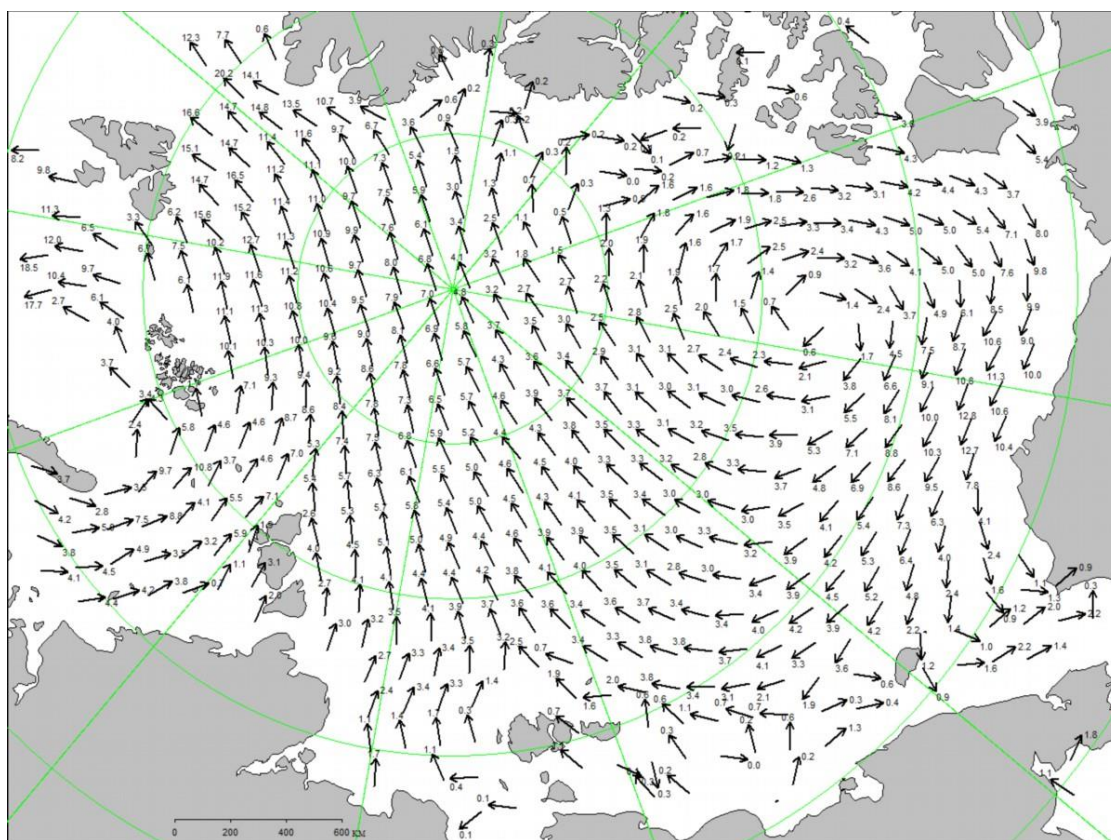


Рис. 2.11. Поле скорости фактического дрейфа морского льда в марте 2025 г., восстановленное на основе корреляционного анализа спутниковых изображений льда в микроволновом диапазоне

Позднее начало ледообразования в российских арктических морях и небольшая интенсивность его нарастания привела к формированию отрицательных аномалий толщины припайного льда во всех российских арктических морях, кроме района архипелага Северная Земля и моря Лаптевых. По данным полярных станций в течение зимних месяцев

отрицательная аномалия толщины льда сформировалась по всему побережью российских арктических морей. В Карском море аномалия составила $-10 \dots -15$ см, в районе архипелага Северная Земля наблюдалась крупная отрицательная аномалия толщины льда, которая составила $-50 \dots -80$ см. В Восточно-Сибирском море сформировались толщины припайного льда около нормы. На рисунке 2.12 приведены результаты дистанционной оценки распределения толщины льда в российских арктических морях в конце марта 2025 г.

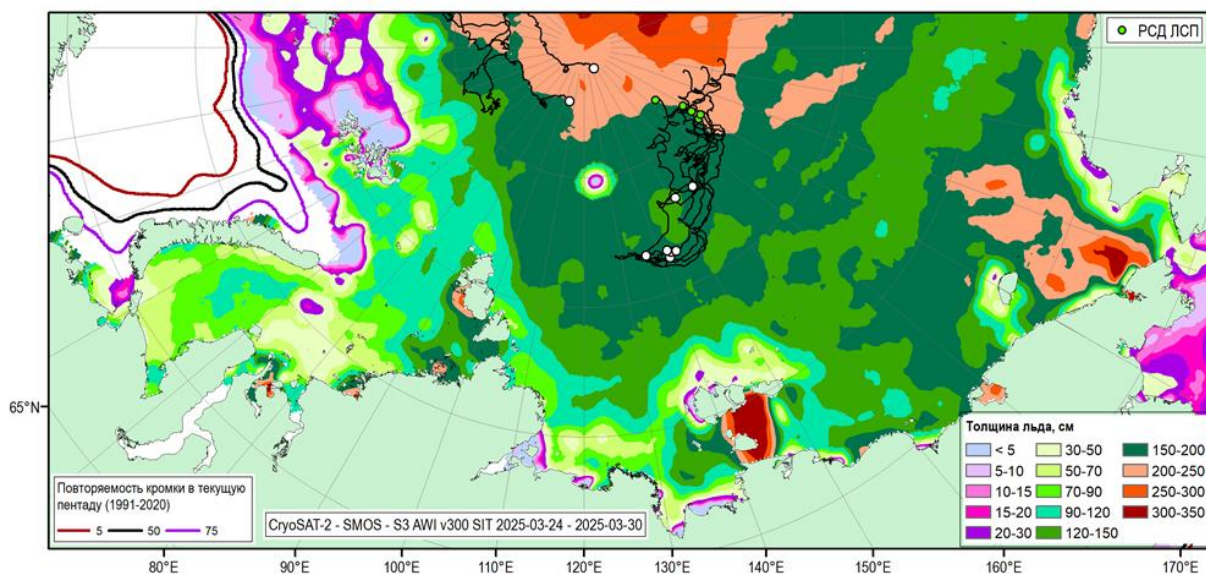


Рис. 2.12. Оценка толщины льда на акватории СМП на основе данных ИСЗ CryoSat-2-SMOS-S3 за 24.03.2025 – 30.03.2025

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. В середине марта суммарная площадь припая в российских арктических морях составила 490 тыс. км² при норме 586 тыс. км², что на 16 % меньше средних многолетних значений.

Общее количество льдов в СЛО по оценкам, выполненным в ААНИИ, в конце первого квартала 2025 г. составило 11,5 млн. км², что было близко к среднему многолетнему значению за длинный ряд наблюдений (с 1978 г.). Количество льдов, наблюдавшееся в СЛО в конце марта 2025 г. было на 4 % меньше среднего многолетнего значения (табл. 2.1).



Таблица 2.1

Медианные значения ледовитости для Северного Ледовитого океана и 3-х меридиональных секторов текущие 7-дневные интервалы и её аномалии от 2020 – 2024 гг. и интервалов 2015 – 2024 гг. и 1978 – 2024 гг. по данным наблюдений SSMR–SSM/I–SSMIS, алгоритмы NASATEAM на конец марта (24–30.03.2025 г.)

Район, сектор	S, тыс. км ²	Аномалии, тыс. км ²						
		2020 г.	2020 г.	2020 г.	2022 г.	2020 г.	2014–2023 гг.	2020 г.
Северный Ледовитый океан	11514.8	–253.0	11514.8	–253.0	11514.8	–253.0	11514.8	–253.0
Сектор 45° з.д. – 95° в.д. (Гренландское - Карское моря)	3162.9	–224.1	3162.9	–224.1	3162.9	–224.1	3162.9	–224.1
Сектор 95° в.д. – 170° з.д. (моря Лаптевых - Чукотское, Берингово, Охотское)	4584.9	–3.7	4584.9	–3.7	4584.9	–3.7	4584.9	–3.7
Сектор 170° – 45° з.д. (море Бофорта и Канадская Арктика)	6535.9	–102.6	6535.9	–102.6	6535.9	–102.6	6535.9	–102.6

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 HYCOM/CICE Датского метеорологического института приведены на рис. 2.13. Как показывает модельный расчет объем накопленного льда в СЛО в марте 2025 г. был минимальным за расчетный ряд с 2004 – 2025 гг. и занимал первое место в ранге минимумов, сформировав новый абсолютный минимум.

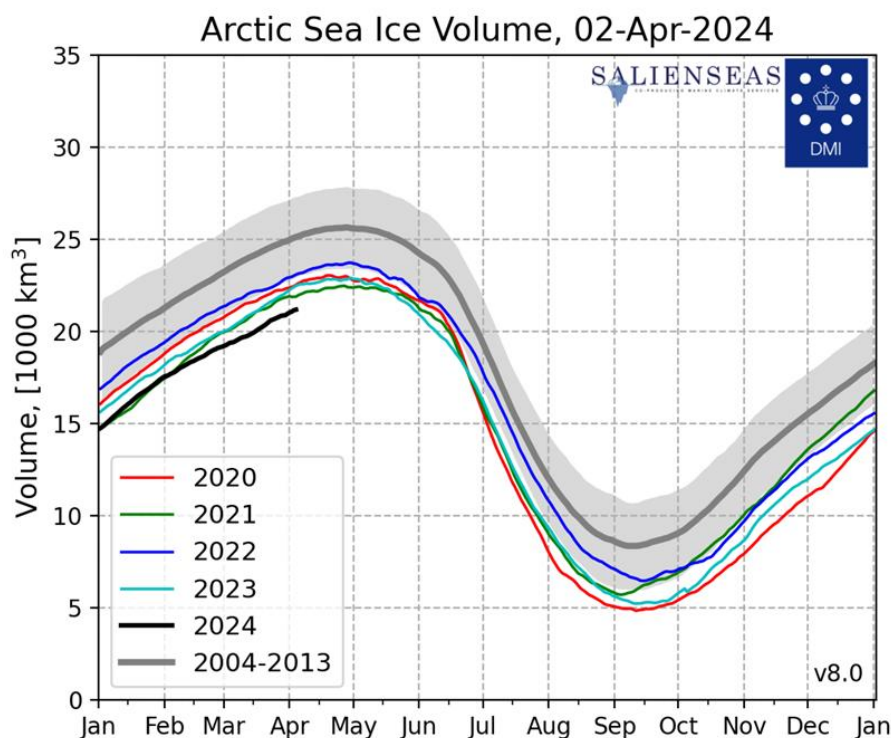


Рис. 2.13. Ежедневные оценки сезонного хода объема морского льда СЛО на основе расчетов средневзвешенной толщины льда совместной модели морского льда – океана HYCOM/CICE Датского метеорологического института с 28.02.2004 по 02.04.2024 гг.

Сезонный ход изменения площади ледяного покрова в СЛО и его основных секторах приведен на рис. 2.14 а-г. Необходимо отметить, что развитие ледяного покрова в СЛО в целом и в отдельных его секторах была близкой к среднемноголетним значениям за ряд наблюдений с 1978 – 2024 гг.

Нужно отметить, что если в начале января 2024 г. отрицательная аномалия общего количества льда в СЛО составила 6 %, то за первый квартал 2024 г. развитие площади ледяного покрова происходило более интенсивно и количество льдов в СЛО приблизилась к среднему многолетнему значению. Однако, если площадь льда в СЛО в первом квартале 2024 г. развивалась достаточно интенсивно, то толщина льдов в морях были значительно меньше среднемноголетних значений.

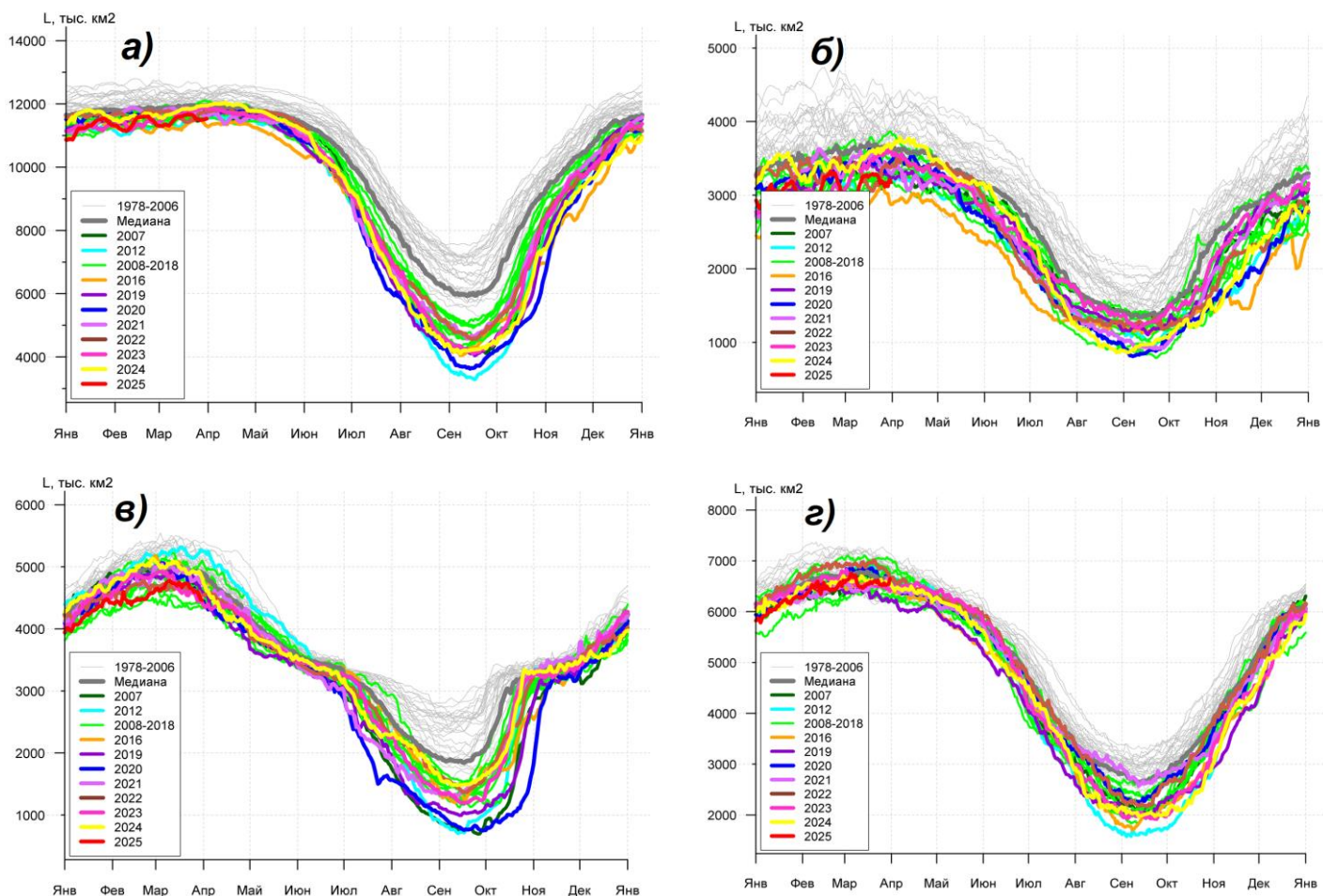


Рис. 2.14. Оценки сезонного хода ледовитости для СЛО и трех меридиональных секторов за период 26.10.1978 – 31.03.2025 по годам на основе расчетов по данным SSMR-SSM/I-SSMIS, алгоритм NASATEAM

- а) Северный Ледовитый океан;
б) сектор 45° з.д. – 95° в.д. (Гренландское – Карское моря),
в) сектор 95° в.д. – 170° з.д. (моря Лаптевых – Чукотское и Берингово, Охотское);
г) сектор 170° – 45° з.д. (море Бофорта и Канадская Арктика)



3. Гидрологические условия Северного Ледовитого океана и его морей в 3 квартале 2024 г.

3.1. Термохалинные условия

Анализ термохалинного состояния вод Северного Ледовитого океана (СЛО) в первом квартале 2025 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 2025 г. и загруженных в БДТХ отдела океанологии АНИИ

№ п/п	Экспедиция	Дата первой и последней станций		Число станций
1	ИТР 106	01.01.2025	31.03.2025	360
2	ИТР 133	01.01.2025	31.03.2025	776
3	ИТР 139	01.01.2025	31.03.2025	180
4	ИТР 142	01.01.2025	31.03.2025	319

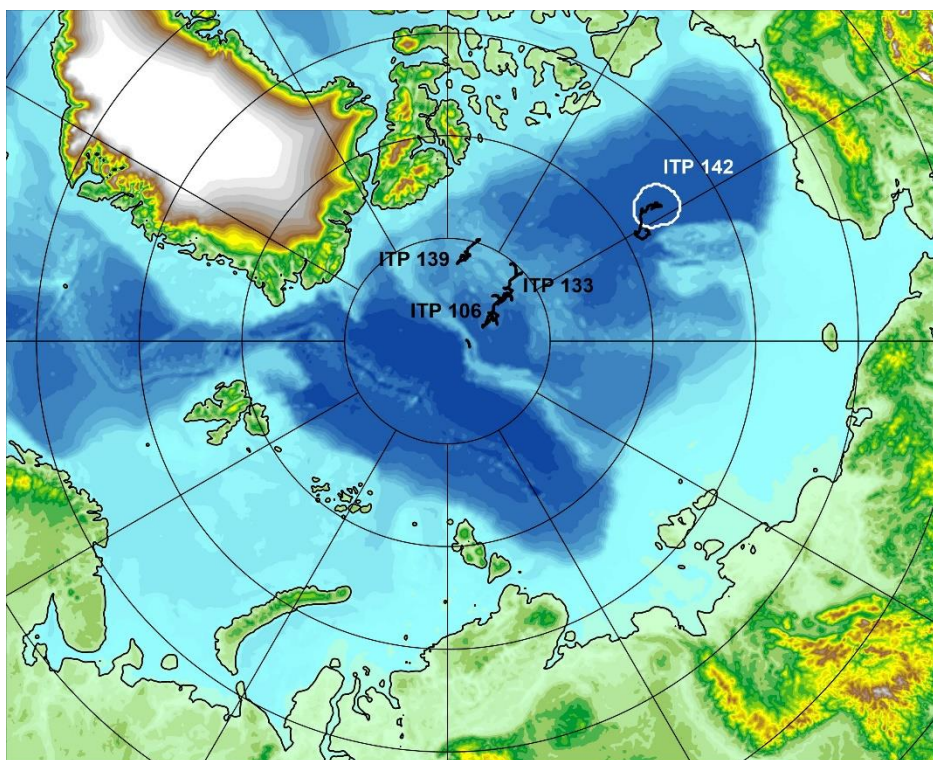


Рис. 3.1.1. Положение океанографических станций, выполненных на акватории СЛО в первом квартале 2025 г. и занесенных в БД термохалинных характеристик отдела океанологии АНИИ



3.1.1. Особенности вертикальной термохалинной структуры СЛО

Для изучения особенностей термохалинной структуры СЛО в первом квартале 2025 г. был осуществлен анализ вертикального распределения значений температуры и солености в предварительно выделенной группе океанографических станций. В качестве таковых использовались данные ИТР 142 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 за климатический период с 1991 по 2020 гг., принятый за климатическую норму, 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 2025 году.

Амеразийский суббассейн

В первом квартале 2025 г. в центральной части Канадской глубоководной котловины по данным ИТР 142 поверхностный слой (28,64 ‰) был более соленый по сравнению с климатической нормой (28,1 ‰) на 0,54 ‰. Для сравнения аномалия солености в 2024 году составила 0,22 ‰. Следует отметить, что в этот же период 2023 г. соленость поверхностного слоя (27,53 ‰) была ниже нормы на 0,6 ‰.

Температура поверхностного слоя соответствовала норме (-1,5 °C).

Под верхним перемешанным слоем глубже 35 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 142 составило 0,2 °C, превышая климатическую норму на 0,9 °C. В 2023 г. максимальное значение температуры слоя ЛТВ составило 0,36 °C.

На глубинах 160-180 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 являлось заглубление ядра зимних тихоокеанских вод. Однако, в 2025 г. глубина залегания ядра зимних тихоокеанских вод соответствовала климатической норме (175 м).



Глубже 175 м в Канадской глубоководной котловине наблюдается постепенное повышение температуры воды, обусловленное теплоотдачей атлантической водной массы (АВ). Верхняя граница слоя данной прослойки (0°C) по данным первого квартала 2025 года располагалась на глубине 295 м. Максимальное значение температуры воды в ядре АВ составило $0,88^{\circ}\text{C}$ (480 м глубины), что незначительно превысило климатическую норму ($0,82^{\circ}\text{C}$).

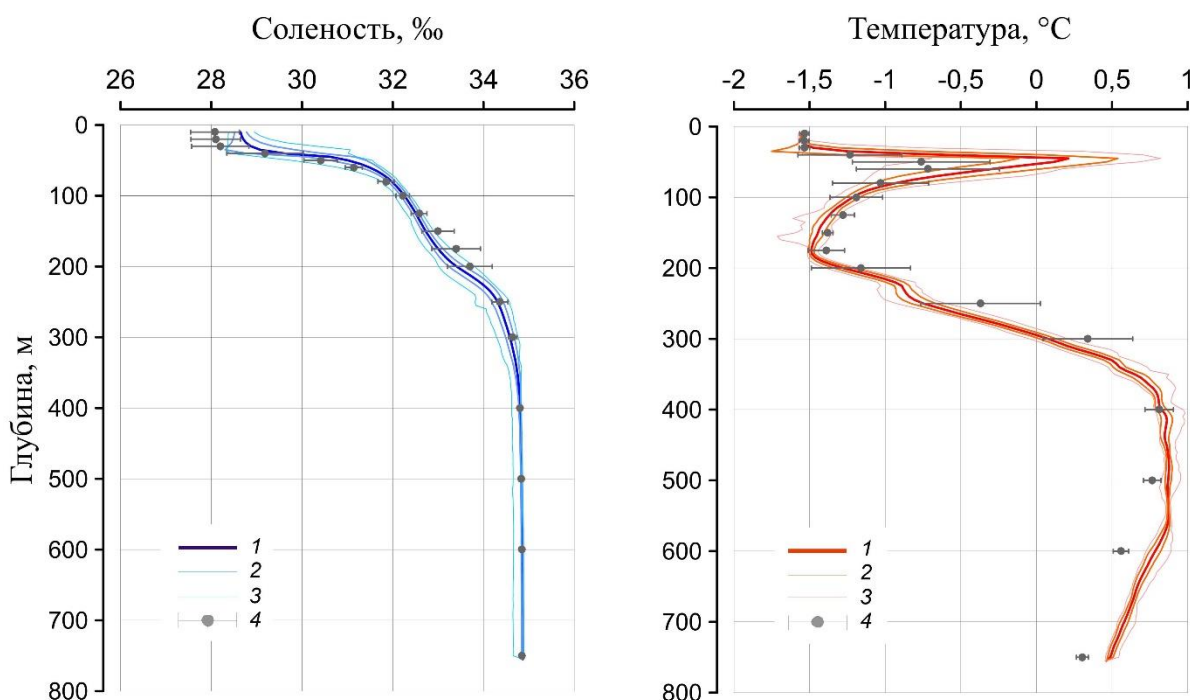


Рис. 3.1.2. Вертикальное распределение солёности и температуры воды в Канадской глубоководной котловине в марте 2025 г. по результатам измерений профилографа ГТР 142

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 СЛЮ отдела океанологии ААНИИ за январь-март в период с 1991 по 2020 гг.

Основные выводы:

Согласно результатам наблюдений, выполненных в первом квартале 2025 г. в Амеразийском суббассейна, поверхностный слой ($28,64\text{‰}$) был более солёный по сравнению с климатической нормой на $0,54\text{‰}$.

Максимальные значения температуры атлантических вод ($0,88^{\circ}\text{C}$) незначительно превышали климатическую норму на $0,06^{\circ}\text{C}$.

Как и в предыдущие годы наблюдалась положительная аномалия температуры летних тихоокеанских вод, которая составила $0,9^{\circ}\text{C}$.



3.2 Уровень арктических морей

Характеристика особенностей колебаний уровня арктических морей за период с января по март 2025 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 2025 г.

Станция	Широта	Долгота
Карское море		
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
ГМО им. Е.К. Федорова (мыс Челюскина)	77° 43' N	104° 17' E
о-ва Известий ЦИК	75° 57' N	82° 57' 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
бухта Тикси	71° 38' N	128° 53' E

На юго-западе Карского моря, по данным станций Амдерма и Усть-Кара (рис. 3.2.1, табл. 3.2.2) колебания уровня происходили в основном на повышенном фоне, хотя ниже среднегодовой отметки уровень моря опускался довольно часто. Например, в конце января – начале февраля наблюдался сгон, когда на станции Амдерма уровень моря опускался на 53 см ниже среднегодовой отметки, а на станции Усть-Кара – на 50 см ниже. Более продолжительный сгон, но с меньшими экстремальными значениями наблюдался в течение всей первой половины марта. Высокие значения уровня на станции Амдерма были зафиксированы 14 января (+72 см) и 8 февраля (+91 см), а на станции Усть-Кара 18 января (+96 см), 8 февраля и 16 марта (+76 см).

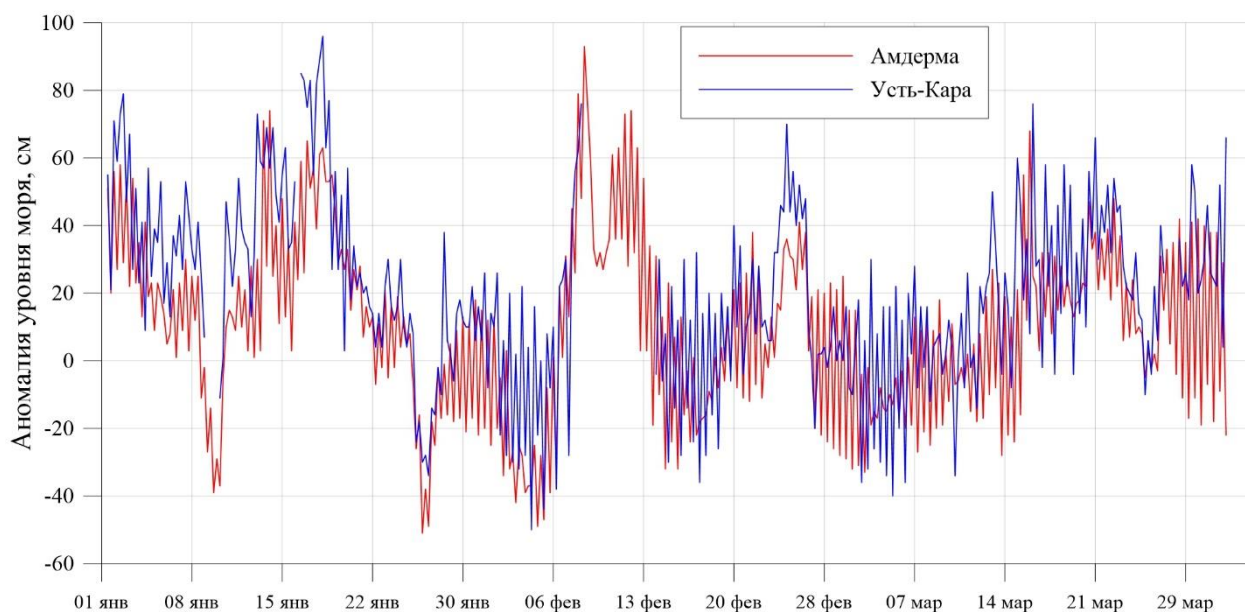


Рис. 3.2.1. Колебания уровня на станциях юго-западной части Карского моря в январе – марте 2025 г.

Таблица 3.2.2

Основные характеристики изменений колебаний уровня на станциях юго-западной части Карского моря в январе – марте 2025 г.

Станция	Хар-ки	Месяц		
		январь	февраль	март
Амдерма	$h_{\text{ср}}$ (см)	13	6	5
	σ_h (см)	26	31	22
	h_{min} (см)	-53	-51	-35
	Дата	26	4	2
	h_{max} (см)	72	91	66
	Дата	14	8	16
Усть-Кара	$h_{\text{ср}}$ (см)	31	9	18
	σ_h (см)	28	27	24
	h_{min} (см)	-34	-50	-40
	Дата	26	4	5
	h_{max} (см)	96	76	76
	Дата	18	8	16

Примечание: $h_{\text{ср}}$ – среднемесячный уровень; σ_h – среднеквадратическое отклонение уровня; h_{min} – минимальный уровень; h_{max} – максимальный уровень.



Таблица 3.2.3

Основные характеристики изменений колебаний уровня на станциях северо-восточной части Карского моря январе – марте 2025 г.

Станция	Хар-ки	Месяц		
		январь	февраль	март
о. Диксон	hcp (см)	9	6	16
	sh (см)	13	10	15
	hmin (см)	-12	-8	-14
	Дата	5	22,26	4
	hmax (см)	36	27	38
	Дата	7	8	30,31
Сопочная Карга	hcp (см)	9	29	21
	sh (см)	27	41	27
	hmin (см)	-58	-61	-26
	Дата	1	18	6
	hmax (см)	56	162	94
	Дата	19	9	31
ГМО им. Е.К. Федорова (м. Челюскина)	hcp (см)	21	23	13
	sh (см)	14	21	19
	hmin (см)	-13	-18	-30
	Дата	31	18	3,5
	hmax (см)	52	61	61
	Дата	18	11	17
Известий ЦИК О-ва	hcp (см)	24	21	15
	sh (см)	15	27	18
	hmin (см)	-8	-36	-29
	Дата	6	18	4
	hmax (см)	62	81	51
	Дата	19	9	16

На северо-востоке Карского моря по данным станций о. Диксон, ГМО им. Е.К. Фёдорова (м. Челюскина), Сопочная Карга и о-ва Известий ЦИК (рис. 3.2.2, табл. 3.2.3) колебания уровня моря происходили на повышенном фоне. На станции о. Диксон в январе и феврале наблюдались довольно низкие значения уровня моря, и среднемесячная отметка уровня моря здесь составила +9 и +6 см соответственно, тогда как в марте она была заметно выше – +16 см. Наибольший нагон здесь наблюдался 30 и 31 марта, когда уровень моря поднялся до +38 см, а наибольший сгон 4 марта (-14 см). На станции Сопочная Карга в течение всего рассматриваемого периода наблюдались довольно значительные сгоны и нагоны. Целая серия резких падений уровня моря происходила здесь в первой половине января, когда уровень моря опускался на 58 см ниже среднемноголетней отметки. Далее необходимо отметить значительный нагон, происходивший в течение 8-9 февраля. В этот период уровень моря здесь поднимался до отметки +162 см. Затем был зафиксирован сильный сгон, и 18 февраля уровень моря понизился до отметки -61 см. Таким образом в течение 10 дней произошло опускание уровня моря больше чем на 2 метра. На станциях о-ва Известий ЦИК и ГМО им. Е.К. Фёдорова (м. Челюскина) так же были зафиксированы подъём уровня 8-11 февраля, и его резкое падение 18 февраля, но они были не столь



значительны, как на станции Сопочная Карга. На станции о-ва Известий ЦИК максимум уровня в феврале составил +81 см, а минимум – -36 см, а на станции ГМО им. Е.К. Фёдорова (м. Челюскина) максимум – +61 см, а минимум — -18 см.

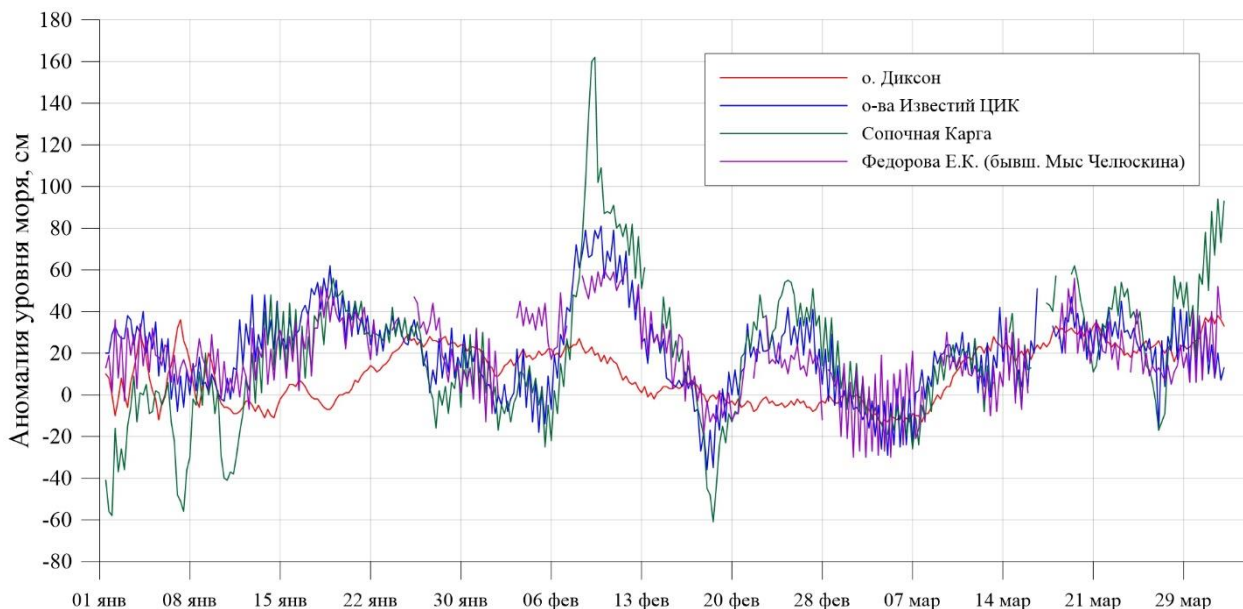


Рис. 3.2.2. Колебания уровня на станциях северо-восточной части Карского моря в январе – марте 2025 г.

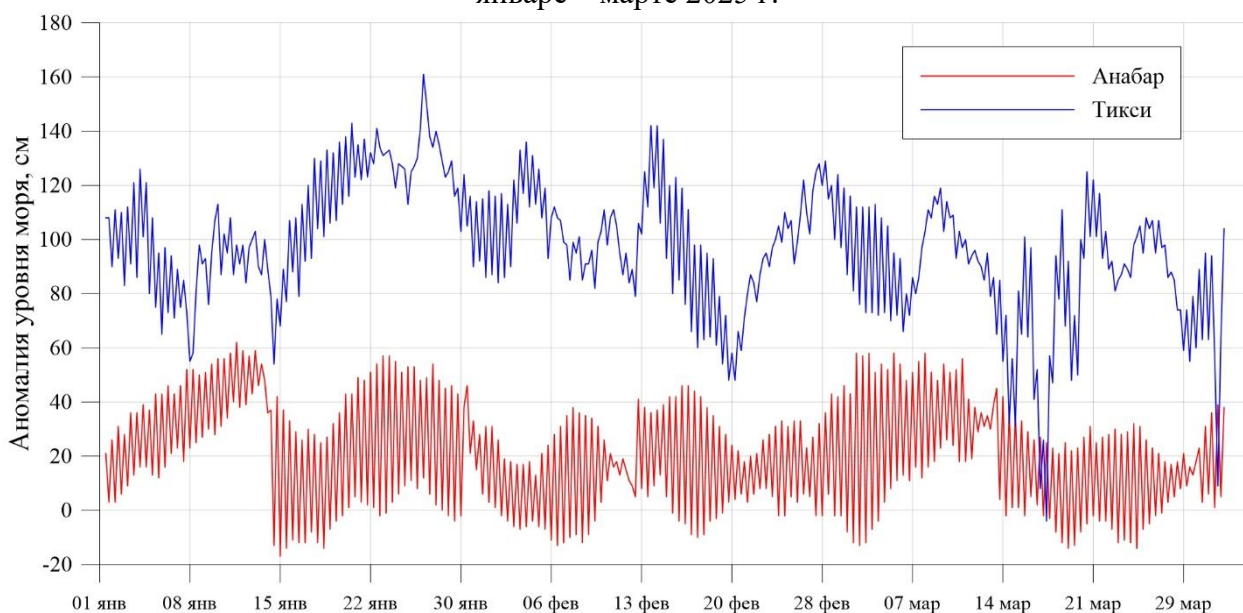


Рис. 3.2.3 Колебания уровня в южной части моря Лаптевых (Анабар и Тикси) в январе – марте 2025 г.

На юго-западе моря Лаптевых по данным станции Анабар (рис. 3.2.3, табл. 3.2.4) колебания уровня происходили на повышенном фоне. Наиболее высокий среднемесячный уровень моря здесь наблюдался в январе (+34 см). В этом же месяце был зафиксирован и



максимум уровня моря – +62 см. Минимальный уровень моря наблюдался 15 января, когда он опустился до -17 см.

В первом квартале 2025 года на станции Тикси, в южной части моря Лаптевых, были получены завышенные значения уровня моря. Это очевидно по тому, как 97 % значений уровня моря, полученных в течение трёх месяцев, были выше отметки +50 см. При этом сам уровненный ход не вызывает сомнений, тем более если сравнивать его с уровненным ходом на станции Анабар. В первом квартале 2024 года подобного завышения в значениях уровня на станции Тикси не наблюдалось. Таким образом, можно сделать вывод, что на станции Тикси присутствуют проблемы с реперным основанием, к которому привязан уровненный пост, или же по неизвестной причине появилась ошибка при пересчёте данных в БСВ, из-за чего значения стали завышенными.

На востоке моря Лаптевых по данным станций м. Кигилях, пр. Санникова и остров Котельный (рис. 3.2.4, табл. 3.2.4) в январе и феврале колебания уровня происходили на повышенном фоне. В марте наблюдались довольно длительные периоды, когда уровень моря опускался ниже среднееголетней отметки. Наибольшие нагоны были зафиксированы в январе, когда на станции пр. Санникова уровень поднимался до отметки +47 см, а на станции остров Котельный – до +51 см. Так же стоит отметить довольно сильный подъём уровня моря на станции остров Котельный 24 февраля до +54 см.

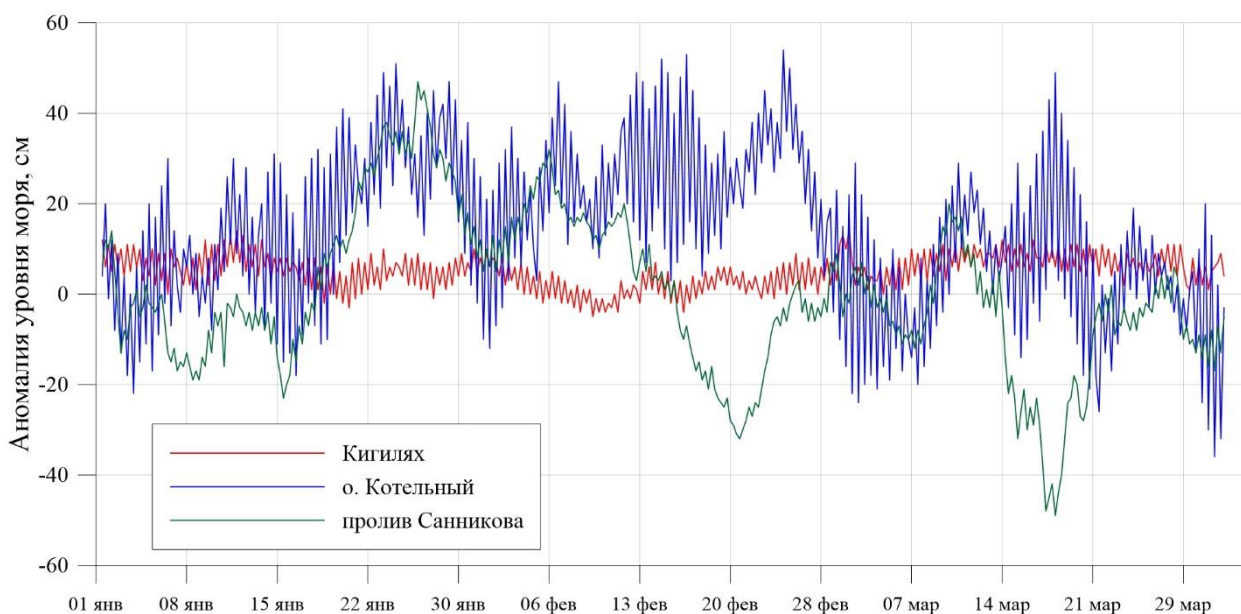


Рис. 3.2.4. Колебания уровня на станциях восточной части моря Лаптевых в январе – марте 2025 г.



Таблица 3.2.4

**Основные характеристики изменений колебаний уровня на станциях моря
Лаптевых в январе – марте 2025 г.**

Станция	Хар-ки	Месяц		
		январь	февраль	март
Анабар	hcp (см)	27	15	20
	σh (см)	22	17	21
	hmin (см)	-17	-13	-14
	Дата	15	6	19,24
	hmax (см)	62	46	58
	Дата	11	16	2,3,5
м. Кигилях	hcp (см)	6	2	7
	σh (см)	4	3	3
	hmin (см)	-3	-5	0
	Дата	20	9	3
	hmax (см)	14	9	14
	Дата	11	25	1
пр. Санникова	hcp (см)	6	2	-8
	σh (см)	18	16	14
	hmin (см)	-23	-32	-49
	Дата	15	21	18
	hmax (см)	47	32	20
	Дата	26	5	9
о. Котельный	hcp (см)	15	25	3
	σh (см)	18	14	17
	hmin (см)	-22	-12	-36
	Дата	3	1	31
	hmax (см)	51	54	49
	Дата	24	24	18
Тикси	hcp (см)	107	99	85
	σh (см)	22	20	24
	hmin (см)	54	48	-4
	Дата	14	20	17
	hmax (см)	161	142	125
	Дата	26	13,14	20

Довольно сильный и длительный сгон на станции пр. Санникова наблюдался 21 февраля и 18 марта, когда уровень моря здесь опустился до –32 и –49 см соответственно. В целом стоит отметить, что на станции пр. Санникова среднемесячный уровень моря в марте был ниже среднегодового на 8 см.

На станции мыс Кигилях, как и в соответствующий период 2024 года, в 2025 году уровень моря был на 6-7 см выше среднегодовой отметки, и в целом на этой станции не происходило каких-либо значительных колебаний уровня моря. Стоит отметить, что среднемесячное значение уровня моря в феврале здесь было ниже, чем в январе и в марте.

Наблюдений за колебаниями уровня на станциях, расположенных в Восточно-Сибирском и Чукотском морях в первом квартале 2025 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 в 1 квартале 2025 г.

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 2025 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. 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 2025 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	13–14
Январь	–	1	4	10	5	3	6	–	2	–	–	–	–	–
Февраль	–	–	4	10	3	5	3	1	–	–	–	–	1	1
Март	–	2	8	5	11	3	1	1	–	–	–	–	–	–
Итого	–	3	16	25	19	11	10	2	2	–	–	–	1	1

Как видно из таблицы 3.3.1, в первом квартале 2025 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:

- 11 (35 %) – в январе;
- 11 (39 %) – в феврале;
- 5 (16 %) – в марте.

Самым штормовым месяцем в первом квартале стал февраль. Максимальная расчетная высота волны в феврале 2025 г. на входе в Баренцево море превысила 13,5 м (7 февраля на 12 ч UTC). Продолжительность шторма составила 10 дней (с 3 по 12 февраля). Это максимальное значение на 3 м выше по сравнению с первым кварталом 2024 г. и

является одним из наибольших значений за весь расчетный период, начиная с 2007 г. До 2025 г. высота волны более 13,5 м была рассчитана 2 февраля 2009 г. на 00 ч.

Следующим по силе штормовой активности стал январь (высота волн более 8,0 м рассчитана в Баренцевом море 11 января на 18 ч UTC и 12 января на 00 ч). Продолжительность шторма составила 4 дня (с 11 по 14 января).

На рисунке 3.3.1, в качестве примера, приведено поле ветра и высот волн H_s на акватории Баренцева моря на 18 ч UTC 7 февраля 2025 г.

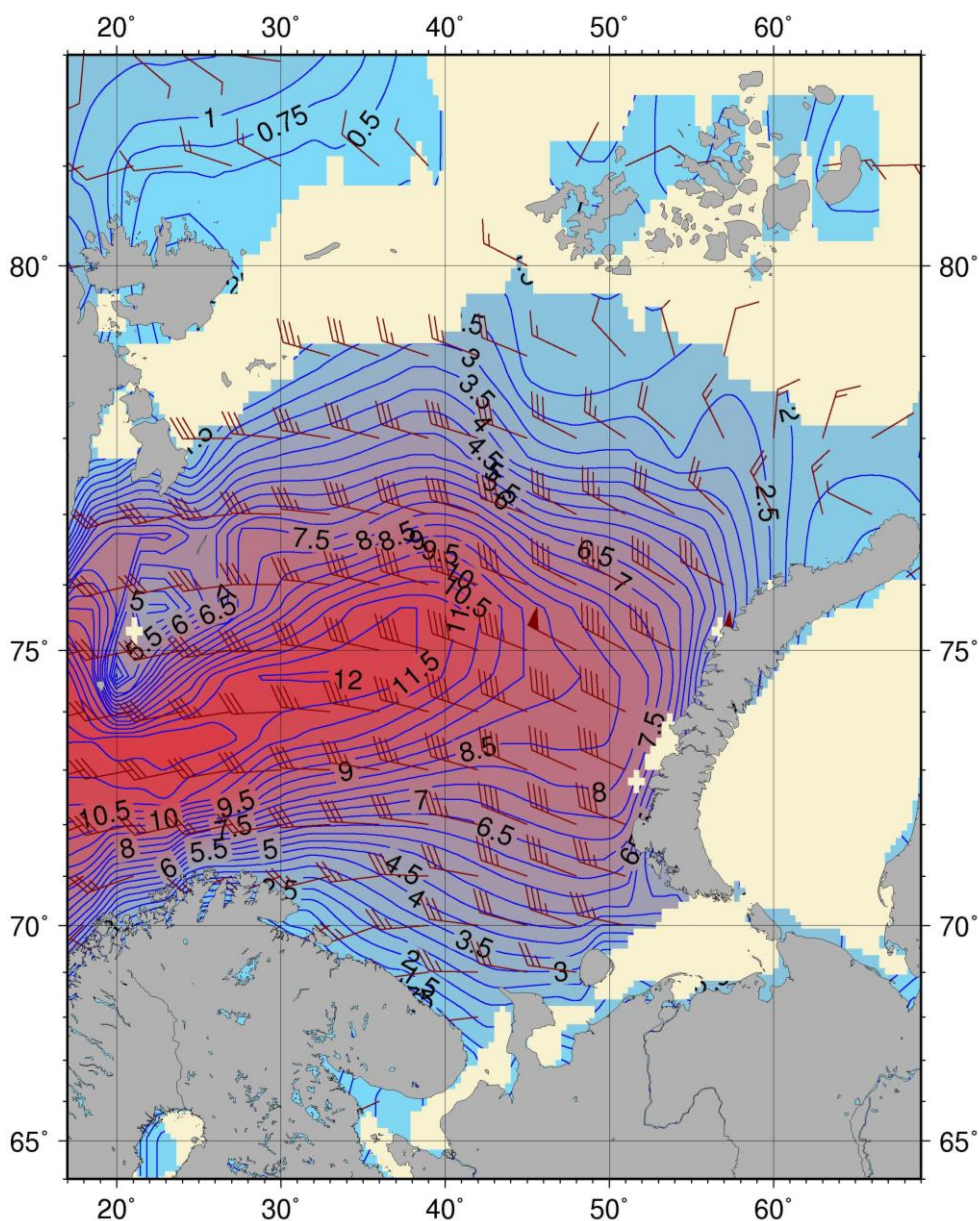


Рис. 3.4.1 – Поле ветра и высоты волн (H_s , м) в Баренцевом море на 18 ч UTC 7 февраля 2025 г.

Акватории морей Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского в первом квартале 2025 г. были покрыты льдом.



Необходимо отметить, что в начале 2025 г. пр. Карские Ворота был почти закрыт льдом, но в Карском море оставалась небольшая область чистой воды, прилегающая к проливу. Эта область оставалась открытой более полумесяца, затем Карское море покрылось льдом. В конце первой декады февраля Карское море еще раз открылось у берегов арх. Новая Земля, но через неделю закрылось.

Сведения о распределении высот волн H_s для Карского моря приведены в таблице 3.4.2. Как видно из таблицы 3.3.2, в январе 2025 г. на акватории Карского моря в большинстве случаев развивалось волнение в диапазоне высот от 1 до 2 м.

Таблица 3.3.2

Повторяемость (число дней) различных градаций высоты волн (H_s) в Карском море в первом квартале 2025 г.

Месяц	Высота волн, м		
	0–1	1–2	2–3
Январь (до 18 января)	3	11	4
Итого	3	11	4