

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

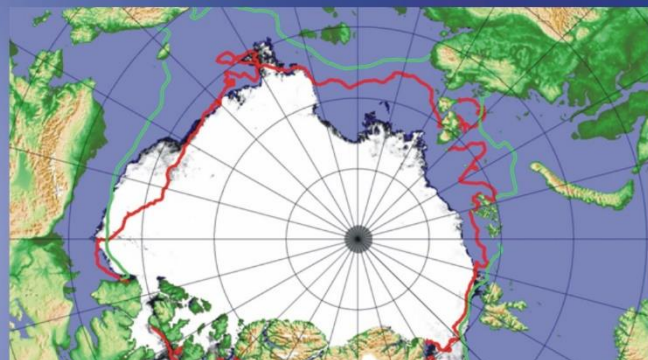
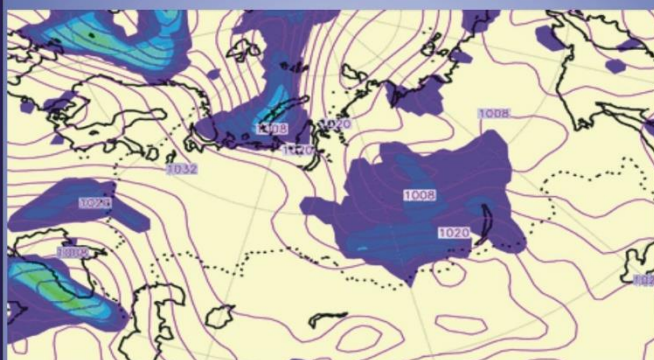


Государственный научный центр РФ
Арктический и антарктический научно-
исследовательский институт

ОБЗОР

гидрометеорологических процессов в Северном Ледовитом океане

II квартал 2023





СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ.....	2
ВВЕДЕНИЕ	3
1 Мониторинг крупномасштабных атмосферных процессов и метеорологические условия северной полярной области в апреле — июне 2023 г.....	4
2 Ледовые условия и процессы в Северном Ледовитом океане и его морях в апреле-июне 2023 г.....	20
2.1 Развитие ледовых условий за период с апреля по июнь	20
2.2. Ледово-гидрологические процессы в устьевых областях рек в весенний период.....	38
3. Гидрологические условия Северного Ледовитого океана и его морей в 2023 г.	45
3.1. Термохалинные условия.....	45
3.2 Уровень арктических морей.....	48
3.3. Ветровое волнение на акватории арктических морей во 2 квартале 2023 г.....	53



ВВЕДЕНИЕ

Настоящий обзор содержит описание особенностей развития метеорологических, ледовых и гидрологических процессов в Северном Ледовитом океане и его морях во 2 квартале 2023 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 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 — 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 апреле — июне 2023 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 апреля по июнь 2023 г.

Анализ и оценка тенденций развития процессов в первом 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.

Особенности развития атмосферных процессов во втором квартале 2023 г. представлены в виде среднемесячных значений числа дней с основными формами и типами циркуляции по классификации Г.Я. Вангенгейма — А.А. Гирса, а также карт средних месячных полей геопотенциала изобарической поверхности 500 гПа, приземных значений давления и температуры воздуха и их аномалии. Расчеты средних значений



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

В результате мониторинга процессов различного пространственно-временного масштаба с апреля по май 2023 г. были выявлены следующие особенности их развития:

Фоновые особенности

Анализ процессов показал, что в апреле – мае 2023 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 апреля по май 2023 г. представлен на рис. 1.1.

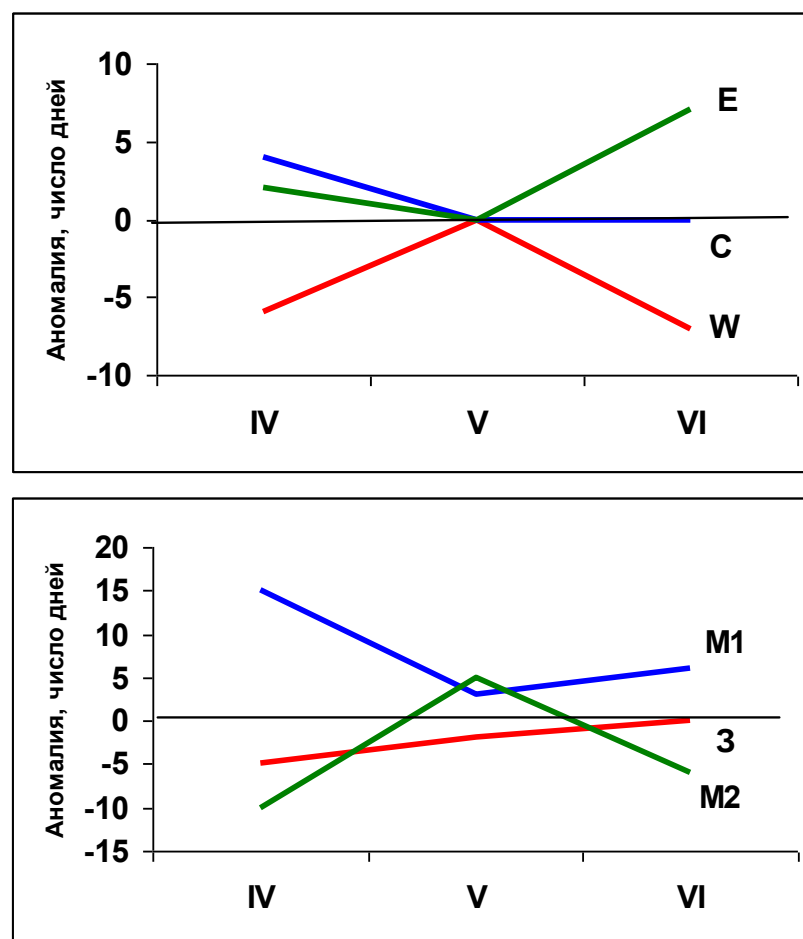


Рис. 1.1 Ход среднемесячных значений аномалий числа дней с основными формами и типами циркуляции атмосферы в период апрель-июнь 2023 г.

W – западная форма, E – восточная форма, C – меридиональная форма,
3 – зональный тип, M₁ – первый меридиональный тип, M₂ – второй меридиональный тип



Схема развития и перестройки крупномасштабных атмосферных процессов в Северном полушарии с апреля по май 2023 г. выглядит следующим образом:

Апрель – $(E+C)_{M1} \rightarrow$ Май – $(E+W)_{M2+M1} \rightarrow$ Июнь – E_{M1}

В *первом секторе* Северного полушария во всех месяцах атмосферные процессы развивались на фоне аномальной высокой повторяемости восточной (E) формы циркуляции. Наибольшее число дней с данной формой циркуляции отмечено в июне. Число дней с меридиональными процессами незначительно превысило норму в апреле и мае.

Во *втором секторе* наибольшую повторяемость имели меридиональные процессы типа M_1 , которые превысили норму на 17 дней.

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

В апреле под влиянием арктического антициклона фон давления в полярном районе сформировался выше нормы. Циклоны в системе исландского и алеутского минимумов не оказывали существенного влияния на полярный район.

В дальнейшем (май и июнь) произошла перестройка в направленности крупномасштабных атмосферных процессов. При усилении континентального антициклона циклоны смещались по высокоширотным траекториям. Фон давления понизился до крупных значений с отрицательными аномалиями.

В среднем за второй квартал 2023 г. фон давления над полярным районом был ниже нормы на 3,3 гПа и, по сравнению со вторым кварталом прошлого года, понизился на 3,9 гПа.

Изменения средних месячных значений аномалий давления от месяца к месяцу в центральном полярном районе Арктики представлены на рис. 1.2.

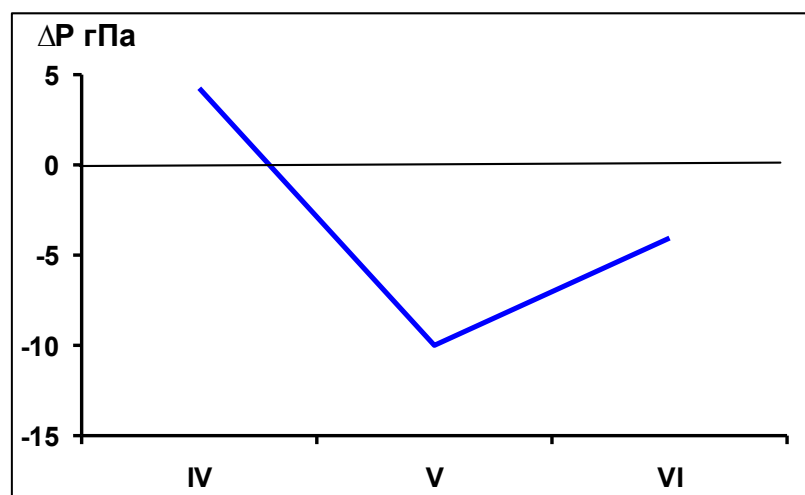


Рис. 1.2. Средние месячные значения аномалий давления (гПа) в апреле-июне 2023 г. в полярном районе Арктики

В апреле при адвекции теплых воздушных масс с материка отмечались наиболее высокие положительные значения аномалий температуры — до 3 °С.

В мае и июне при более частых отходах в тыловой части циклонов воздушных потоков к северо-западу произошло ослабление адвекции теплых воздушных масс в полярный район. Фон температуры понизился, положительные аномалии были близкими к 2 °С.

В среднем за второй квартал 2023 г. фон температуры над полярным районом был выше нормы 2,4 °С. По сравнению со вторым кварталом прошлого года в этом году фон температуры в полярном районе повысился на 2 °С (рис. 1.3).

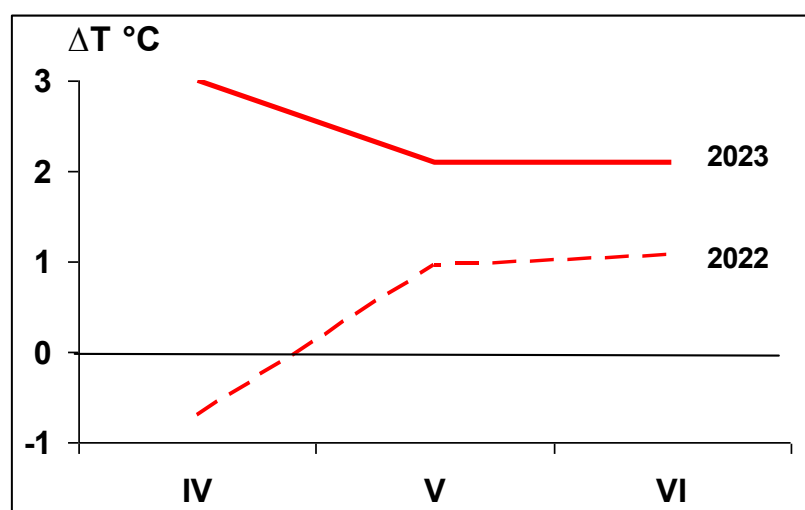


Рис.1.3. Средние месячные аномалии температуры воздуха (°С) в широтном поясе 70 – 85° с.ш. в апреле – июне 2023 г.

Анализ *структурных особенностей* развития атмосферных процессов во втором квартале 2023 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 апреле-июне 2023 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 *апреле 2023 г.* основной центр циркулярного вихря (ЦПВ) на изобарической поверхности 500 гПа располагался в канадском секторе Арктики. Полярный район находился под влиянием высотного гребня, под которым в приземном поле сформировался антициклон (рис. 1.4, 1.5).

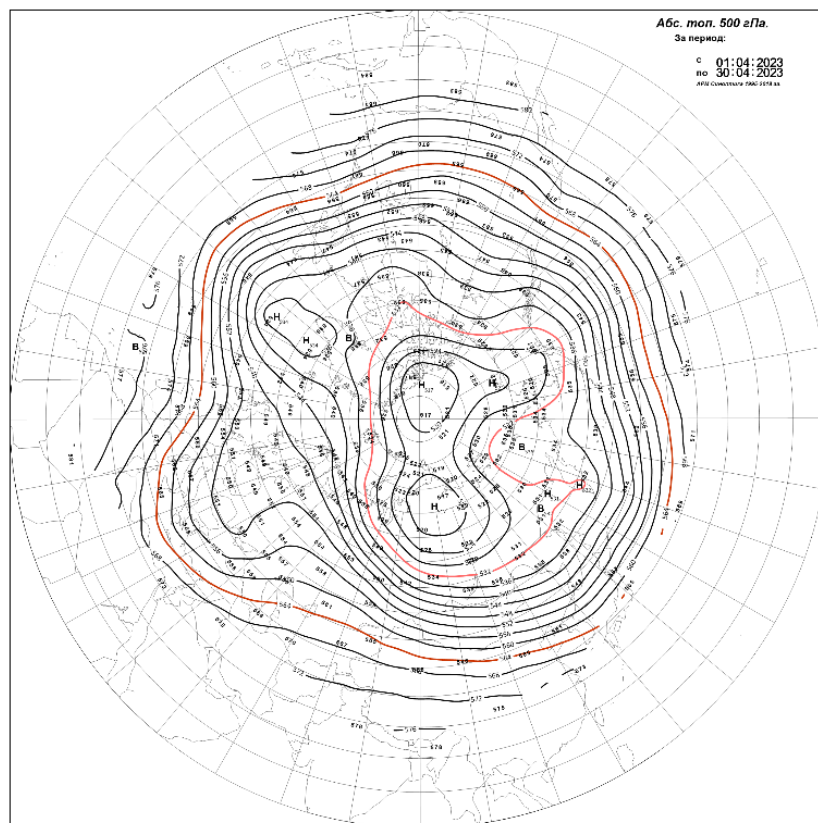


Рис. 1.4. Поля среднего геопотенциала (дам) изобарической поверхности 500 гПа в апреле 2023 г.

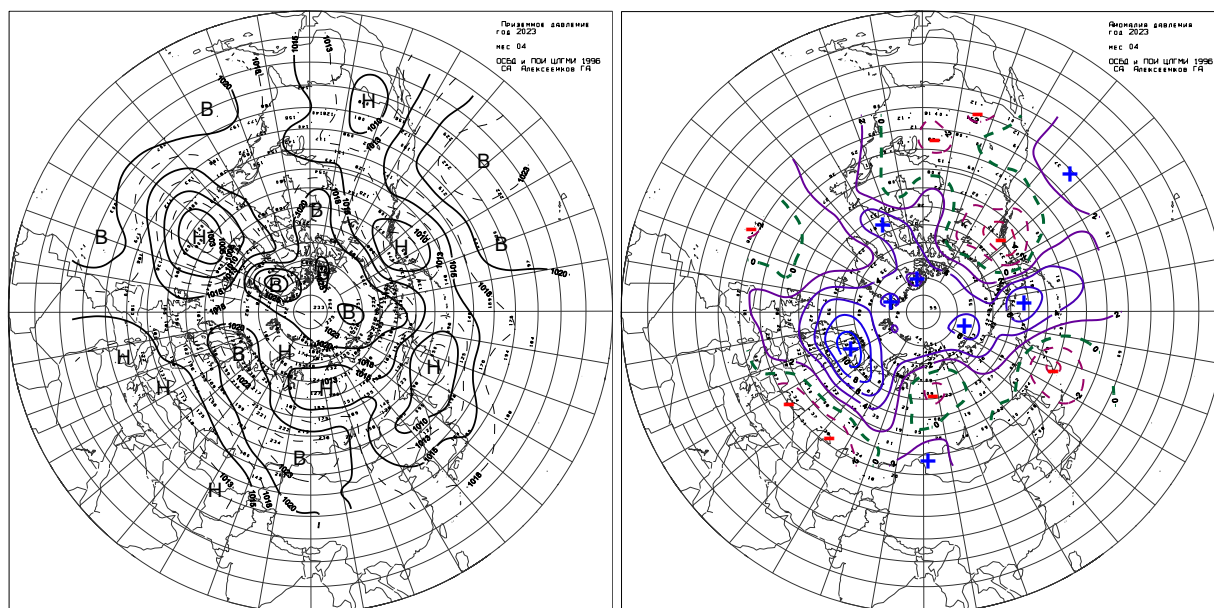


Рис. 1.5. Поле среднего приземного давления (слева) и его аномалии (справа) в апреле 2023 г.(гПа)

В первом (атлантико-евразийском) секторе Северного полушария отмечалась повышенная повторяемость крупномасштабных атмосферных процессов восточной Е и меридиональной С форм циркуляции.

Особенностью данного макропроцесса явилось развитие устойчивого антициклона над континентальной частью Европы. Вследствие этого циклоны из северной Атлантики смещались по сравнению с нормой по высокоширотным траекториям через акватории Баренцева и Карского морей.

В западном секторе Арктики при воздушных потоках южных направлений преобладала адвекция теплых воздушных масс. В среднем за месяц фон температуры был выше нормы на 4 – 6 °С (рис. 1.6).

Во втором (тихоокеано-американском) секторе аномально повышенную повторяемость имели меридиональные процессы типа М₁. Характерной особенностью развития атмосферных процессов являлось усиление блокирующего гребня антициклона над центральной частью Тихого океана, который значительно ослабил циклоническую деятельность в системе алеутского минимума. Циклоны не оказывали существенного влияния на полярный район Арктики.

При преобладающих воздушных потоках восточных и северо-восточных направлений температурный фон по сравнению с мартом понизился до отрицательных аномалий (рис. 1.6).

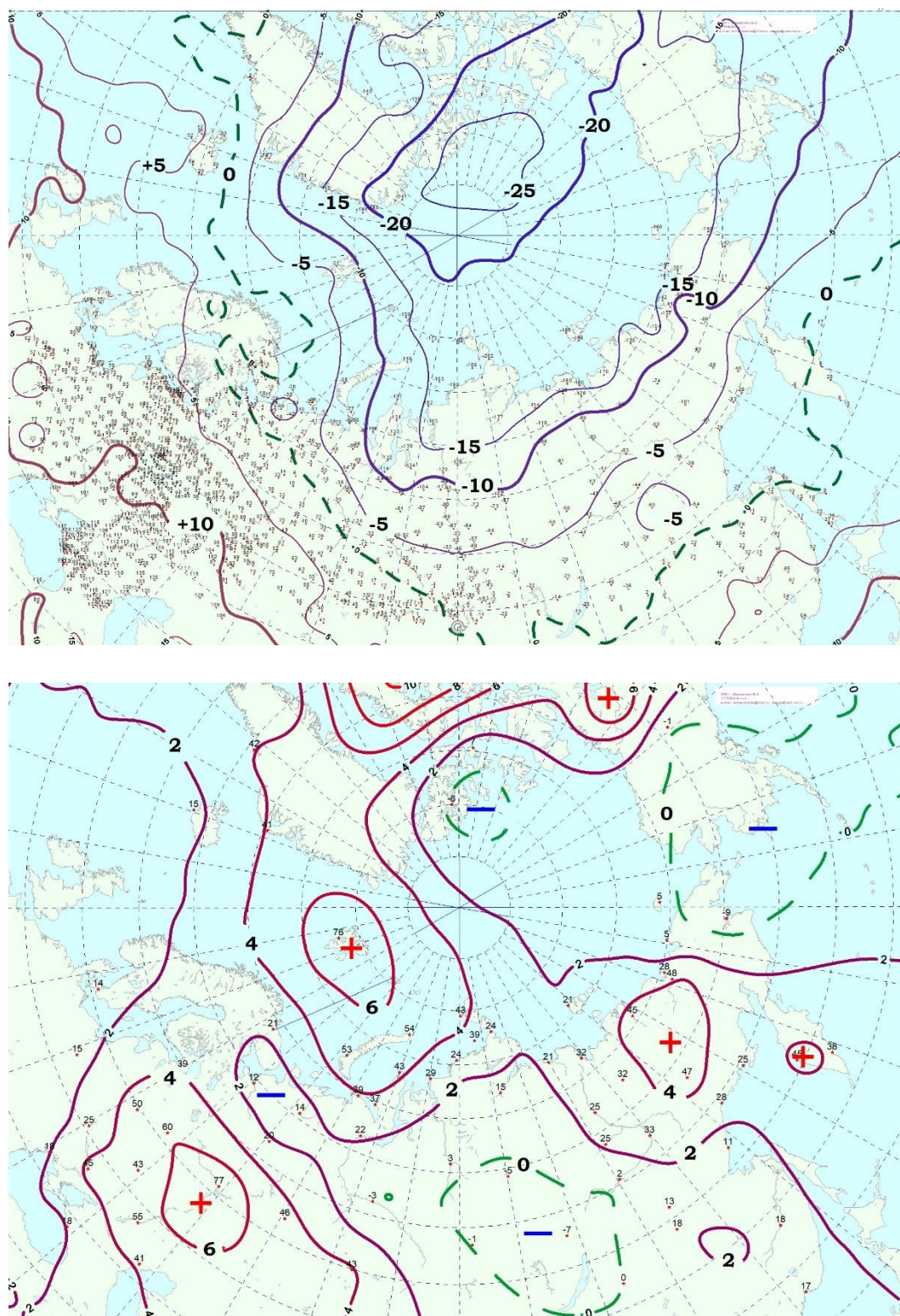


Рис. 1.6. Поле средней месячной приземной температуры воздуха (слева) и аномалии температуры (справа) в апреле 2023 г., (°C)

В *мае 2023 г.* центр циркумполярного вихря на изобарической поверхности 500 гПа сместился в приполюсный район, основные ложбина которого была ориентированы на канадский сектор Арктики (рис. 1.7).

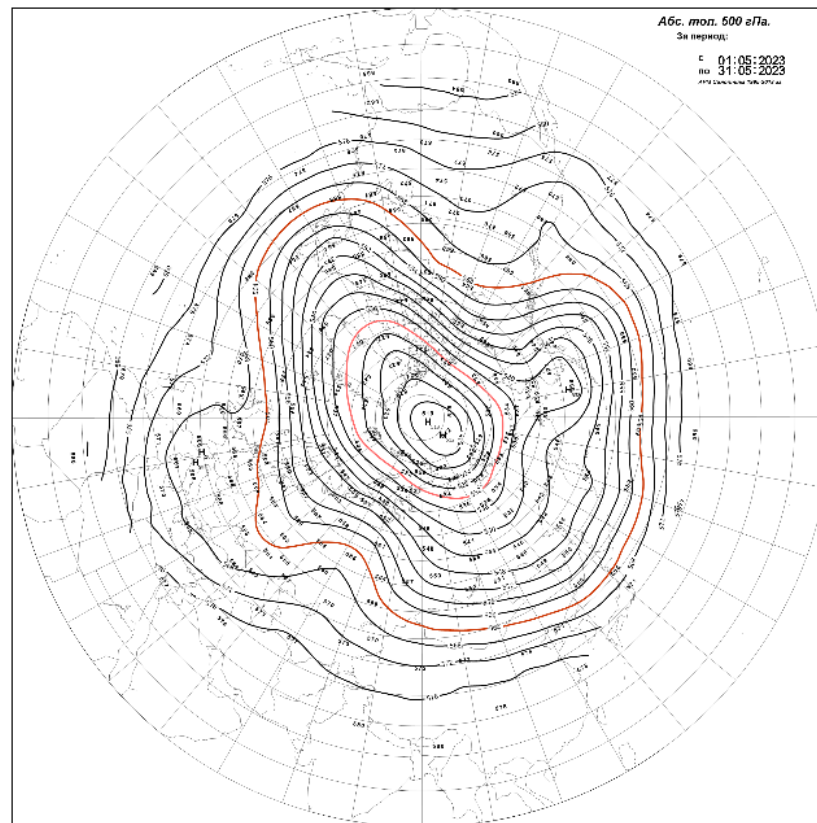


Рис. 1.7. Поля среднего геопотенциала (дам) изобарической поверхности 500 гПа в мае 2023 г.

В *первом секторе* преобладали атмосферные процессы восточной (Е) и меридиональной (С) форм циркуляции. При усилении антициклона над Северной Атлантикой и Европой циклоны в системе исландского минимума смещались по сравнению с нормой по высокоширотным траекториям в полярный район Арктики.

В западном районе Арктики сформировался фон давления значительно ниже нормы, на 8 – 10 гПа.

При воздушных потоках юго-западных направлений преобладала адвекция теплых воздушных масс. Наиболее высокие положительные аномалии до 4 – 6 °С отмечались в Баренцевом и Карском морях (рис. 1.8 и 1.9).

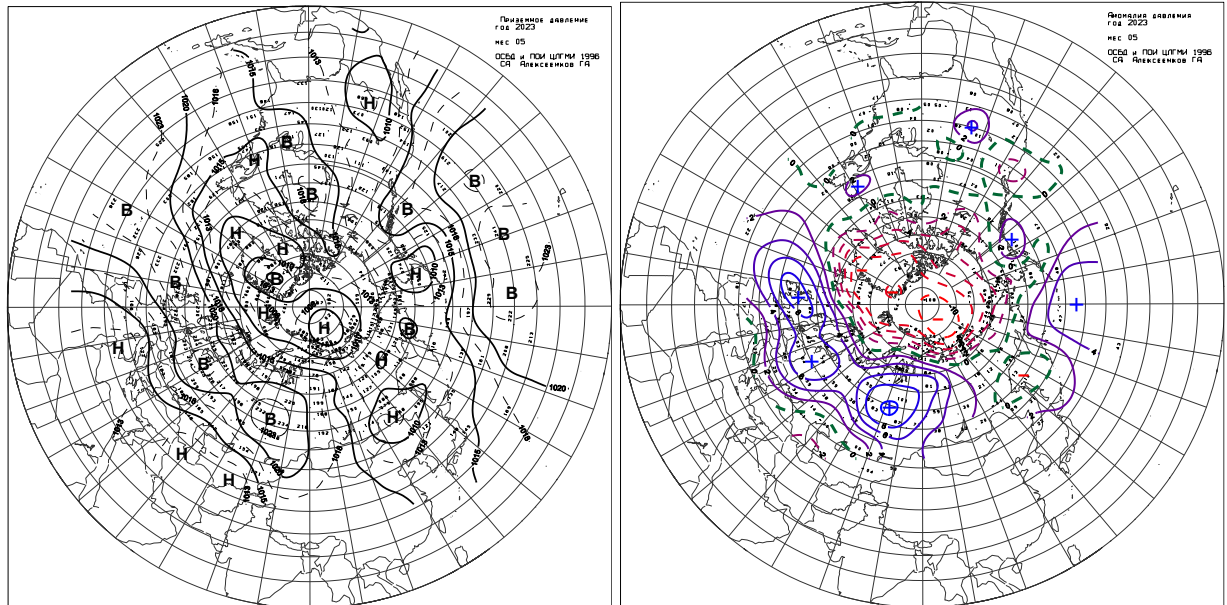


Рис. 1.8. Поле среднего приземного давления (слева) и его аномалии (справа) в мае 2023 г., (гПа)

Во *втором секторе* наибольшую повторяемость имели крупномасштабные атмосферных процессы типа M_1 . Под влиянием над Тихим океаном антициклона циклоны в системе алеутского минимума смещались через акватории Охотского и Берингова морей.

При адвекции теплых воздушных масс с юга сформировался фон с положительными аномалиями температуры воздуха около $1 - 2^{\circ}\text{C}$ (рис. 1.9).

В *июне 2022 г.* ЦПВ на изобарической поверхности 500 гПа сформировался с центром над приполюсным районом. Западный сектор полярного района находился под влиянием высотного гребня (рис. 1.10).

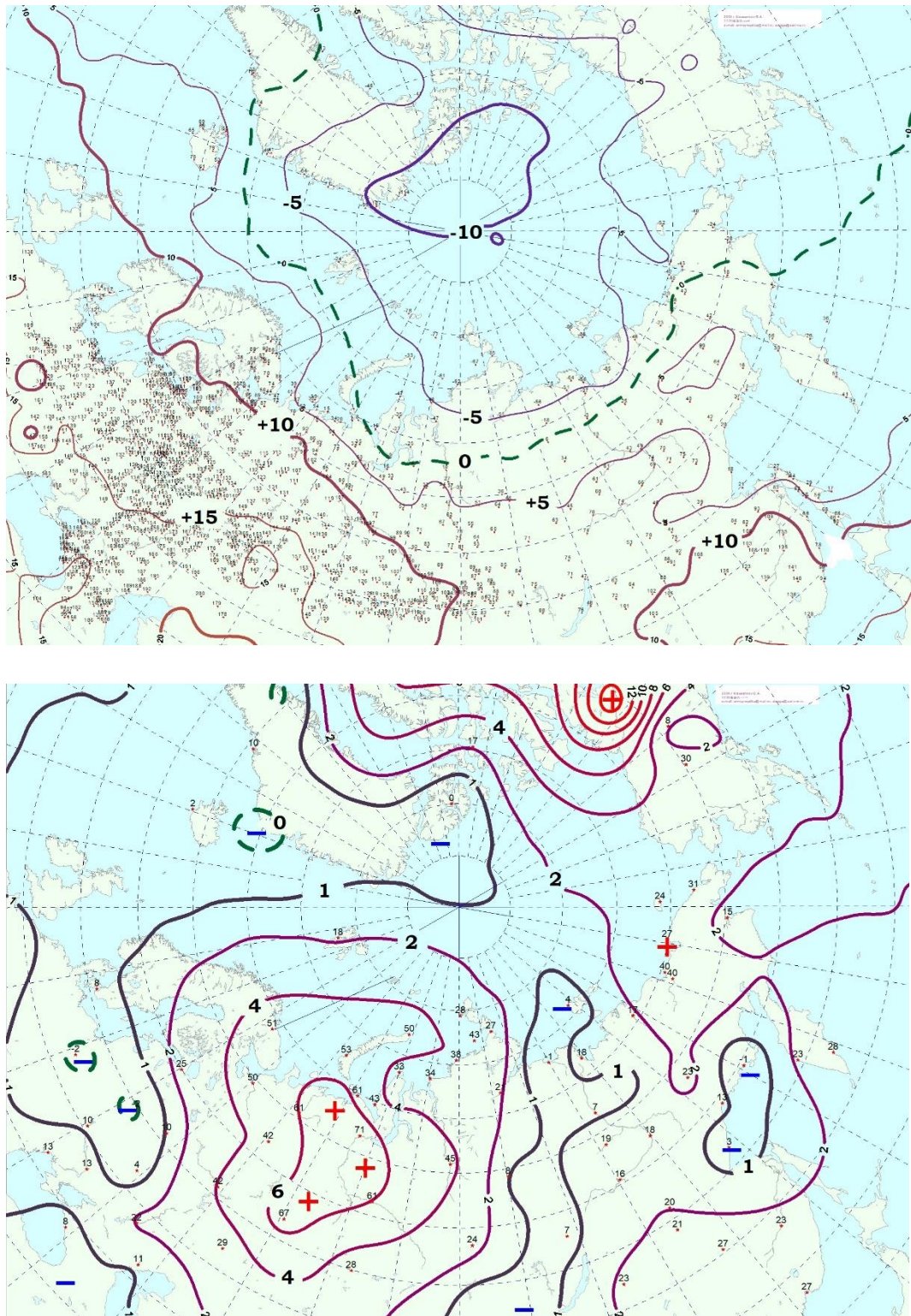


Рис. 1.9. Поле средней месячной приземной температуры воздуха (слева) и аномалии температуры (справа) в мае 2023 г., (°C)

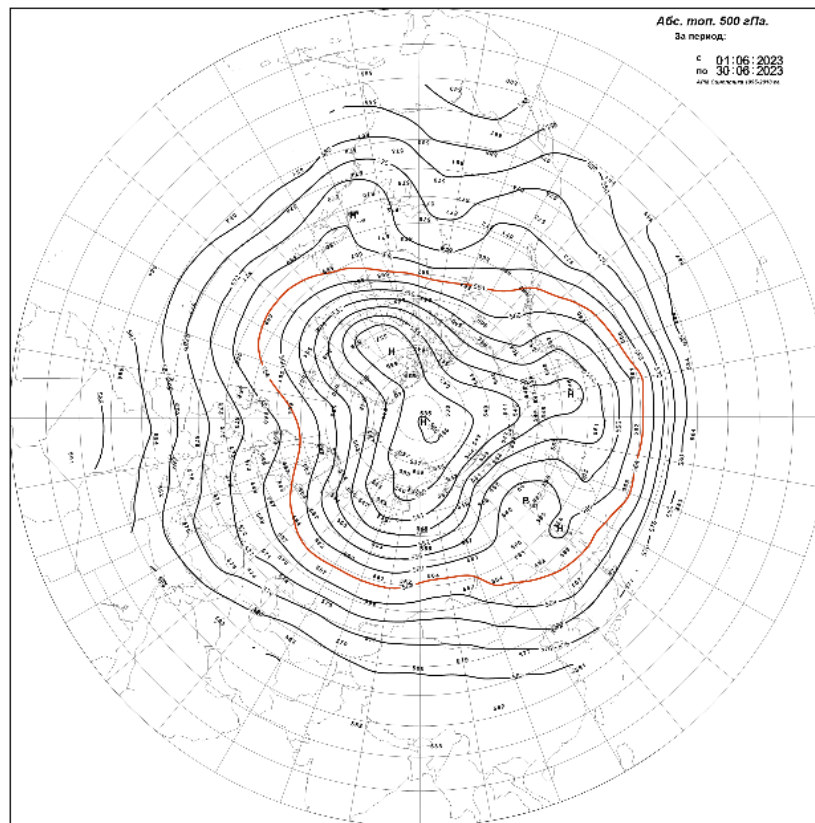


Рис. 1.10. Поле среднего геопотенциала (дам) изобарической поверхности 500 гПа в июне 2023 г.

В *первом секторе* под влиянием устойчивого континентального антициклона (восточная форма циркуляции) циклоны Северной Атлантики смещались в полярный район по высокоширотным траекториям. Фон давления около нормы.

При преобладании воздушных потоков юго-западных направлений с отходами к северо-западу преобладал фон температуры был выше нормы на 1 – 2 °С (рис. 1.11).

Во *втором секторе* направленность крупномасштабных атмосферных процессов типа M_1 сохранилась. Циклоны в системе алеутского минимума через Охотское в Берингово море.

При преобладающих воздушных потоках юго-восточных направлений с отходами в тыловой части проходящих циклонов к северо-западу. Фон температуры выше нормы (рис. 1.12).

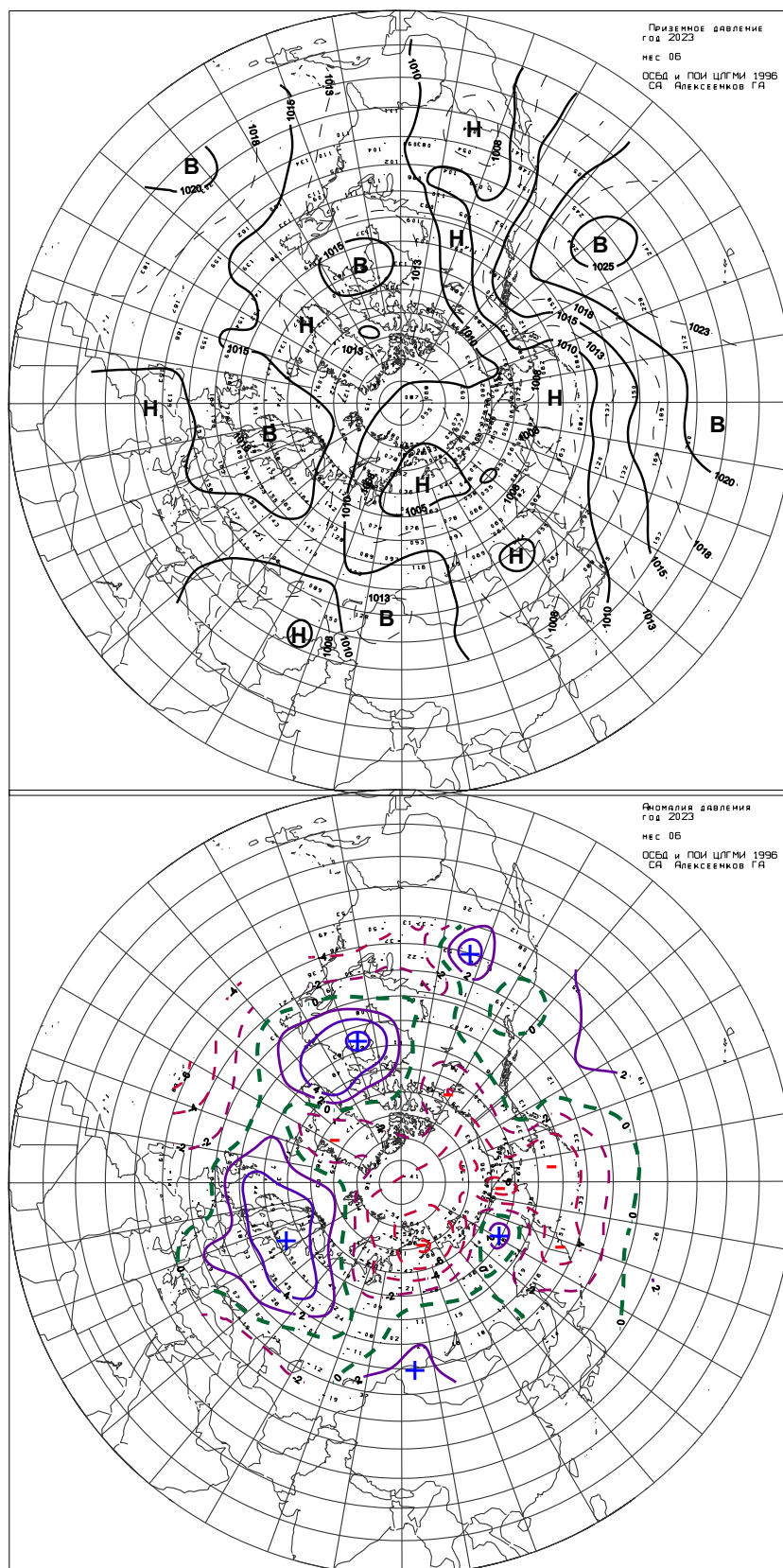


Рис. 1.11. Поле среднего приземного давления (слева) и его аномалии (справа) в июне 2023 г.(гПа)

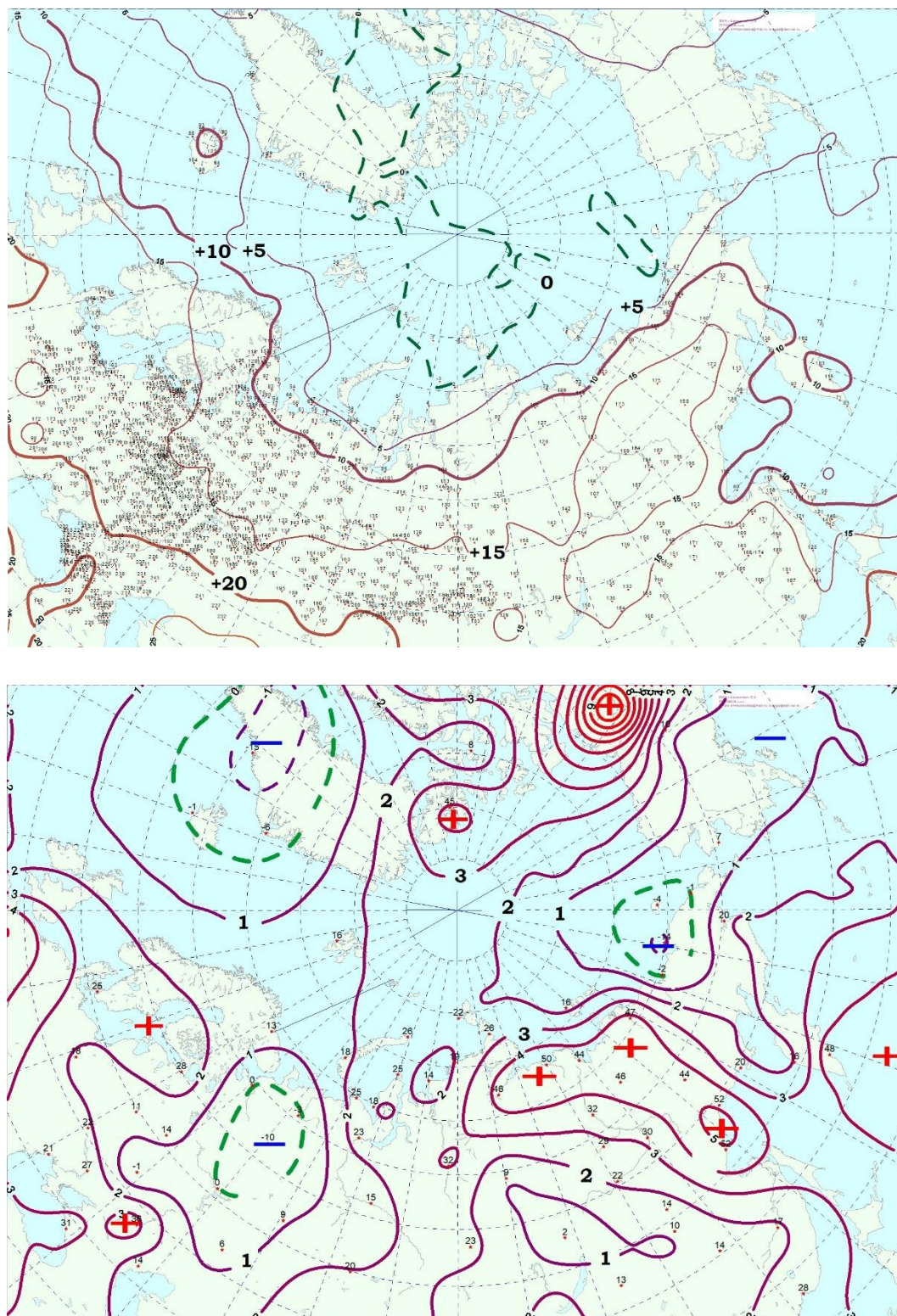


Рис. 1.12. Поле средней месячной приземной температуры воздуха (слева) и аномалии температуры (справа) в июне 2023 г., (°C)

Проведенный анализ развития и перестроек атмосферных процессов показал, что основным отличием с прошлым 2022 г., явилось повышение температурного фона как по полярному району Арктики, так и морей трассовой части СМП.

На рисунке 1.13 приводятся фоновые средние за второй квартал 2023 г. значения аномалий температуры для акваторий морей российской Арктики в сравнение со вторым кварталом прошлого 2022 г.

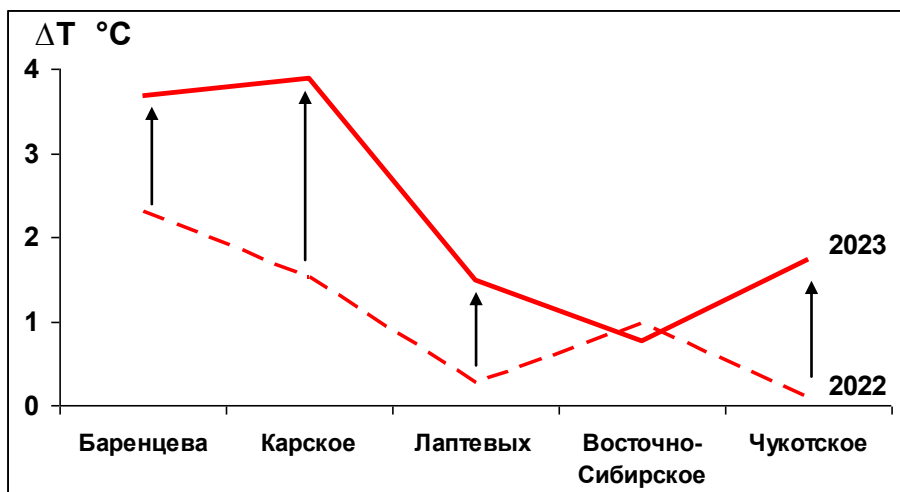


Рис. 1.13. Средние за второй квартал значения аномалий температуры воздуха (°C) для акваторий морей российской Арктики в 2022 и 2023 гг.

Во втором квартале 2023 г. в морях на трассе СМП наиболее аномально высокая температура сформировалась в Карском и Баренцевом морях, а наиболее низкая – в Восточно-Сибирском море (рис. 1.13). Наибольшее повышение температурного фона произошло в Карском море на 2,4 °C

В среднем по акватории всех морей фон температуры выше нормы на 2,3 °C, что выше прошлогоднего значения на 1,3 °C.

Анализ структурных особенностей циркуляции атмосферы внутри каждого месяца в апреле-июне 2023 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 апреля по июнь 2023 г. представлены в табл. 1.1.



Таблица 1.1

Каталог макросиноптических процессов по классификации Вангенгейма – Гирса с апреля по июнь 2023 г. с внутримесячной детализацией атмосферных процессов по элементарным синоптическим процессам

Апрель 2023			Май 2023			Июнь 2023		
ЭСП	А—Е	Т—А	ЭСП	А—Е	Т—А	ЭСП	А—Е	Т—А
1-5	C	M ₁	1-3	C	M ₁	1-8	C	M ₁
6-8	W	M ₂	4-7	C	M ₁	9-11	W	M ₁
9-12	E	3	8-11	E	M ₂	12-14	C	M ₂
13-19	E	M ₁	12-14	W	M ₂	15-22	E	3
20-22	C	M ₁	15-17	E	M ₂	23-26	E	M ₁
23-26	E	M ₁	18-23	W	M ₂	27-30	E	M ₁
27-30	C	M ₁	24-28	E	M ₁			
			29-31	C	3			
Итого	W 3 (-6)	3 4 (-5)	Итого	W 9 (0)	3 3 (-8)	Итого	W 3(-7)	3 8 (0)
	C 12 (4)	M ₁ 23 (15)		C 10 (0)	M ₁ 12 (3)		C 11 (0)	M ₁ 22 (6)
	E 15 (2)	M ₂ 3 (-10)		E 12 (0)	M ₂ 16 (5)		E 16 (7)	M ₂ 0 (-6)

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.

Обобщая результаты мониторинга развития и перестроек крупномасштабных атмосферных процессов и характера их проявления в метеорологических условиях полярного района Арктики за период апрель-июнь 2023 г., можно сделать следующие основные выводы.

1. В целом, несмотря на сохранение положительных значений аномалий температуры воздуха в Арктике, крупномасштабные атмосферные процессы в апреле-июне 2023 г., по сравнению со вторым кварталом 2022 г., имели существенные отличия.
2. В первом секторе преобладали процессы восточной формы циркуляции. Во втором секторе наиболее высокую повторяемость имели меридиональные процессы типа 1.
3. В среднем за второго квартала 2023 г. фон давления над полярным районом ниже нормы на 3,3 гПа и по сравнению со вторым кварталом прошлого года понизился на 3,9 гПа.
4. В среднем за второй квартал 2023 г. фон температуры над полярным районом выше нормы 2,4 °С. По сравнению со вторым кварталом прошлого года в этом году фон температуры в полярном районе повысился на 2 °С



5. Во втором квартале 2023 г. на трассе СМП наиболее аномально высокая температура сформировалась в Карском и Баренцевом морях, а наиболее низкая – в Восточно-Сибирском море. Наибольшее повышение температурного фона произошло в Карском море на 2,4 °С. В среднем по акватории всех морей фон температуры выше нормы на 2,3 °С, что выше прошлогоднего значения на 1,3 °С.



2 Ледовые условия и процессы в Северном Ледовитом океане и его морях в апреле-июне 2023 г.

2.1 Развитие ледовых условий за период с апреля по июнь

Оценки особенностей развития ледовых условий в период с апреля по июнь 2023 г. получены по данным государственной наблюдательской сети, центров приема спутниковой информации Росгидромета, данным экспедиционных исследований, проводимых в ФГБУ «ААНИИ» в апреле-июне, на ЛСП «Северный полюс», на научной базе «Мыс Баранова», и в ряде международных проектов.

Со всей доступной исходной информацией по разделу 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). Как результат, карты ААНИИ характеризуют ледовые условия морей Гренландского–Чукотского, Берингова, Охотского и Балтийского, КЛС – морей Бофорта, Канадского архипелага, Баффина, Девисова пролива, Лабрадор, Св. Лаврентия, а НЛЦ – Арктического Бассейна, Линкольна, южной части Гренландского моря (при этом полный охват карт НЛЦ – вся акватория СЛО и субполярные моря). Для построения совмещенных карт использовался архив данных в формате СИГРИДЗ Мирового центра данных по морскому льду (МЦД МЛ). В пределах отдельного месяца выборка карт из архива проводилась по критериям близости к середине месяца и интервала времени между картами ААНИИ и КЛС-НЛЦ в 1 сутки (день недели выпуска карт ААНИИ – каждая среда, КЛС – каждый вторник, НЛЦ – 1 раз в 2 недели по вторникам). Для цветовой окраски карт в зимний (по возрасту) и летний (по общей сплоченности) периоды использован стандарт ВМО (WMO/Td. 1215). Следует также отметить, что 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 (КЛС и НЛЦ имеют единую информационную систему в рамках Североамериканской ледовой службы). Однако, данная несогласованность незначительна для целей интерпретации ледовых условий в рамках настоящего обзора. Исходная информация в формате ВМО СИГРИЗ 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).



В графическом формате PNG совмещенные карты ААНИИ-КЛС-НЛЦ доступны по адресу <http://wdc.aari.ru/datasets/d0040>.

Для получения оценок ледовитости на основе данных спутниковых систем пассивного микроволнового зондирования SSMR-SSM/I-SSMIS в МЦД МЛ ААНИИ принята следующая технология расчетов:

- источник данных – архивные и квазиоперативные с задержкой 1-2 дня ежедневные матрицы (поля распределения) оценок общей сплоченности Северной (севернее 45° с.ш.) полярной области по алгоритму NASATEAM за период с 26.10.1978 г. по настоящий момент времени, копируемые с сервера НЦДСЛ;
- область расчета – Северная полярная область и ее регионы с использованием масок океан/суша НЦДСЛ (http://nsidc.org/data/polar_stereo/tools_masks.html) и региональных масок ААНИИ;
- вычислительные особенности расчета – авторское программное обеспечение ААНИИ с сохранением точности расчетов и оценке статистических параметров по гистограмме распределения.

Результаты расчетов ледовитости Северной полярной областей и их регионов доступны также на сервере МЦД МЛ ААНИИ (<http://wdc.aari.ru/datasets/ssmi/data/>).

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 2023 г. выполнен на основе массива ежедневных распределений оценки общей сплоченности по алгоритму NASATEAM из архива Национального центра данных США по снегу и льду (<http://nsidc.org>).

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

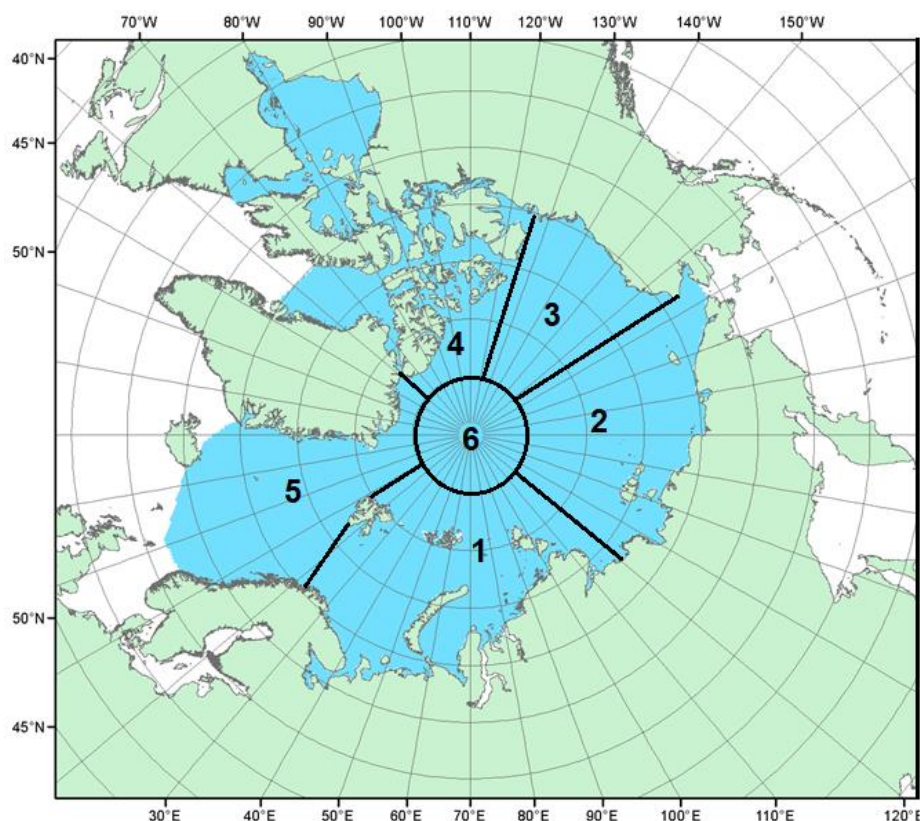


Рис. 2.1.1. Районы Северного Ледовитого океана

1- западный район российского сектора; 2 -восточный район российского сектора; 3-алаянский сектор; 4 - канадский сектор; 5 - гринландский сектор; 6-приполюсный район

В конце первого квартала 2023 г. в СЛО и его морях сложилась следующая ледовая обстановка. В западном районе российского сектора СЛО зона однолетних толстых льдов наблюдалась в виде неширокой полосы (100–150 км), расположенной южнее массива старых льдов. Однолетних толстых льдов не наблюдалось в морях Баренцевом, Карском и Лаптевых. В морях Восточно-Сибирском, Чукотском и Бофорта в течение марта произошел переход однолетних льдов в возрастную градацию однолетних толстых. Подобная ситуация, когда в марте в части российских арктических морях еще не наблюдается преобладания однолетних толстых льдов, является достаточно редкой и свидетельствует о слабом нарастании толщины ледяного покрова.

В возрастном составе льдов в морях российского сектора Арктики по-прежнему преобладал смешанный состав, состоящий из 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 западной части моря



Лаптевых, восточной части Восточно-Сибирского моря и в северной части моря Бофорта сохранялось значительное количество старых льдов (рис. 2.1.2).

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.

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 Новосибирских островов. В середине марта суммарная площадь припая в российских арктических морях составила 485 тыс. км² при норме 586 тыс. км², что было на 17 % меньше средних многолетних значений.

Распространение ледяного покрова в Северной полярной области в начале апреля приведено на рис. 2.1.2.

Общее количество льдов в СЛО по оценкам, выполненным в ААНИИ, в конце первого квартала 2023 г. составило 11,8 млн. км², что было на 1,2 % меньше среднего многолетнего значения за длинный ряд наблюдений (с 1978 г.). Нужно отметить, что количество льда, наблюдавшееся в СЛО в конце марта 2023 г. на 1,8 % превысило среднее значение за десятилетний период 2013–2022 гг. Однако, при площади ледяного покрова, приближающейся к норме, его толщина была меньше средней многолетней, характерной для конца марта. Как показывает модельный расчет, объем накопленного льда в СЛО в марте 2023 г. занимал 2 место в ранге минимумов, превосходя только 2021 г.

Развитие ледовых условий в течение зимнего сезона 2023 г. проходило на фоне устойчивой адвекции теплых воздушных масс и положительных аномалий температуры воздуха в западном районе Арктике. В среднем, за второй квартал 2023 г. фон температуры над полярным районом оставался высоким, выше нормы на 2,4 °С. В российских арктических морях наиболее высокие положительные аномалии температуры сформировались в Баренцевом и Карском, а наиболее низкие – в Восточно-Сибирском. В среднем по акватории всех морей фон температуры был выше нормы на 2,3 °С, что было выше прошлогоднего значения на 1,3 °С.

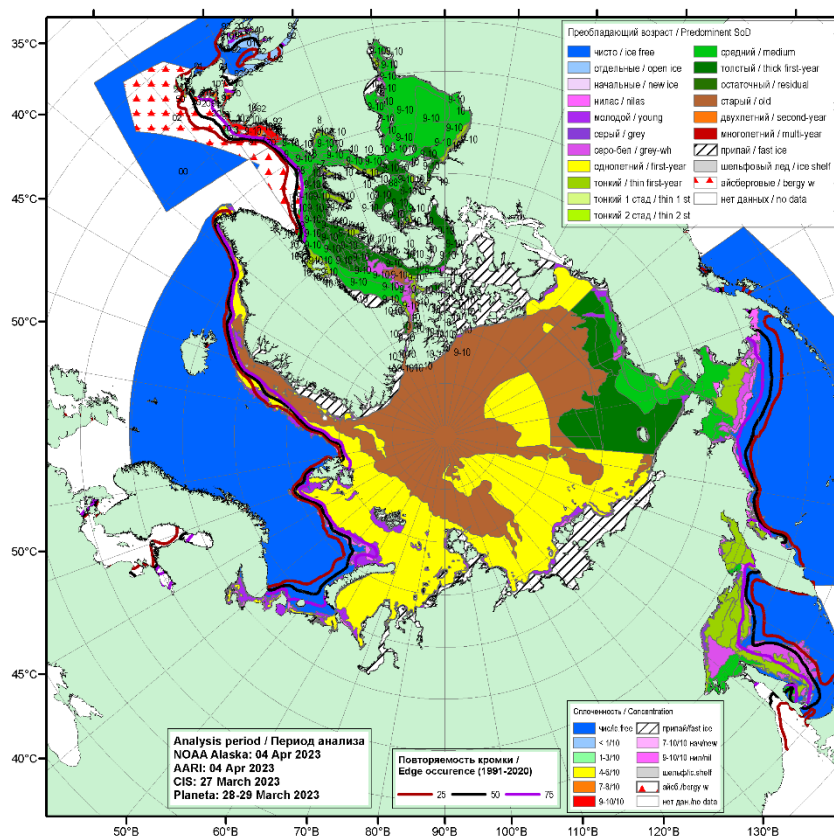


Рис. 2.1.2. Обзорная ледовая карта СЛО по возрасту льда за 27 марта – 04 апреля 2023 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

Распределение ледяного покрова по возрастным градациям и по сплоченности, а также поля среднемесячного дрейфа за каждый месяц за период апрель-июнь 2023 г. приведены на рисунках 2.1.3 – 2.1.13.

В апреле наблюдалось дальнейшее развитие ледяного покрова и переход однолетних средних льдов в возрастную градацию толстых в отдельных районах окраинных арктических морей. Однако на обширных акваториях морей Баренцева, юго-западной части Карского и южной части Лаптевых сохранялось преобладание однолетних тонких льдов. В восточной части Баренцева, северо-восточной части Карского, центральной части Лаптевых, в западной части Восточно-Сибирского моря к северу от припая и в юго-западной части Чукотского моря преобладали однолетние средние льды. В северных частях всех морей и в центральной части Восточно-Сибирского моря преобладали однолетние толстые льды.

Процесс нарастания льда в весенний период 2023 г. во всех морях российского сектора Арктики происходил со значительным запаздыванием по сравнению с нормой.

Заприпайные полыньи в арктических морях были развиты слабо. Они отмечались только в районе припая Новосибирских островов. В связи с этим молодых льдов в

арктических морях (толщиной до 30 см) наблюдалось также мало. Только в Баренцевом море наблюдались обширные зоны молодых льдов в прикромочной зоне.

Припай вдоль побережья Карского моря и вокруг островов архипелага Северная Земля, вдоль побережий в западной части моря Лаптевых и вдоль Чукотского побережья был развит слабо. Очень хорошо был развит припай в районе архипелага Новосибирских островов, особенно в западной части Восточно-Сибирского моря и среди островов Канадского арктического архипелага.

Старые льды наблюдались в гренландском и канадском секторе СЛО, а также в приполюсном районе Арктики. Большое количество двухлетних льдов сохранялось в северной части моря Бофорта, а также в морях Лаптевых и Восточно-Сибирском в виде отдельных, вытянутых в меридиональном направлении протяженных зон (рис. 2.1.3).

В поле сплоченности ледяного покрова прослеживалась достаточная однородность. Преобладали сплоченные льды, что характерно для зимних месяцев в СЛО. Граница распространения ледяного покрова в Баренцевом море, а также морях Гренландском, Баффина и Лабрадор была близка к среднему многолетнему положению (рис. 2.1.4).

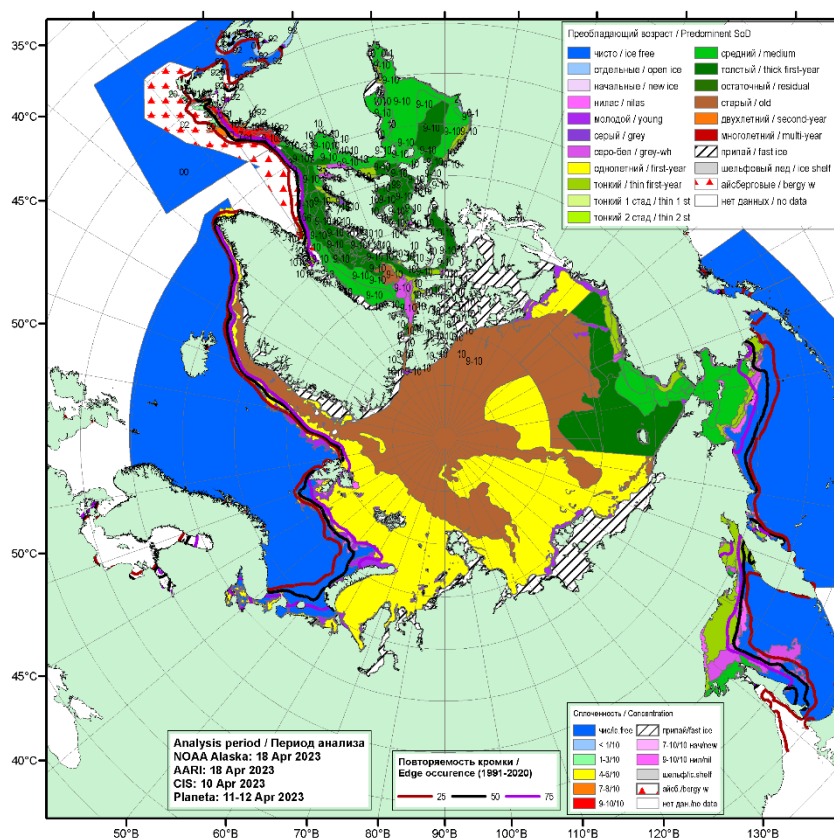


Рис. 2.1.3. Обзорная ледовая карта СЛО по возрасту льда за 11–18 апреля 2023 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

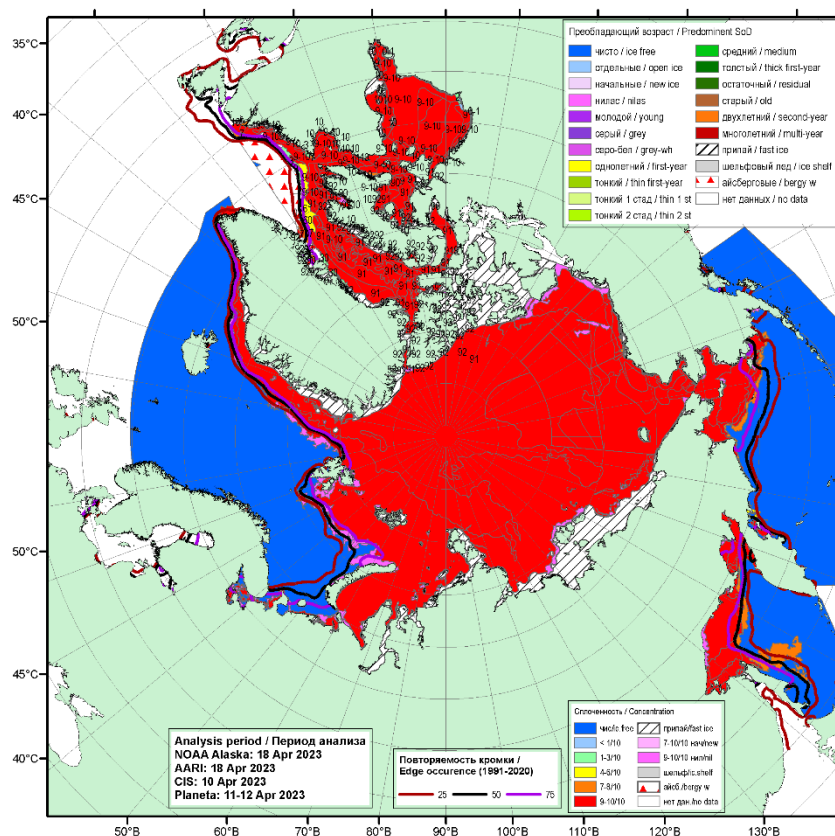


Рис. 2.1.4. Обзорная ледовая карта СЛО по сплоченности льда за 11–18 апреля 2023 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

Из основных структур дрейфа льда в СЛО в апреле были развиты Трансарктический перенос льдов и Канадский антициклонический круговорот. Скорости дрейфа льдов в этих структурах были незначительными.

Трансарктический перенос льдов начинался от северной границы моря Лаптевых проходил через приполюсный район и выносил льды непосредственно в пролив Фрама. Скорость дрейфа льдов в Трансарктическом переносе составляла 3–5 км/сутки. На подходах к проливу Фрама и в самом проливе скорости дрейфа льда возрастали до 5–10 км/сут.

Канадский антициклонический круговорот, хотя и наблюдался на большей части СЛО, охватывая обширную акваторию от полюса до канадского и аляскинского побережий и северных частей Восточно-Сибирского и Чукотского морей, был развит очень слабо. Скорость дрейфа в периферийной ветви круговорота, которая проходит вдоль побережья Аляски, по северной части Восточно-Сибирского и Чукотского морей, составляла около 3–5 км/сут, а у побережья островов Канадского арктического архипелага составляла около 1 км/сут (рис. 2.1.5).

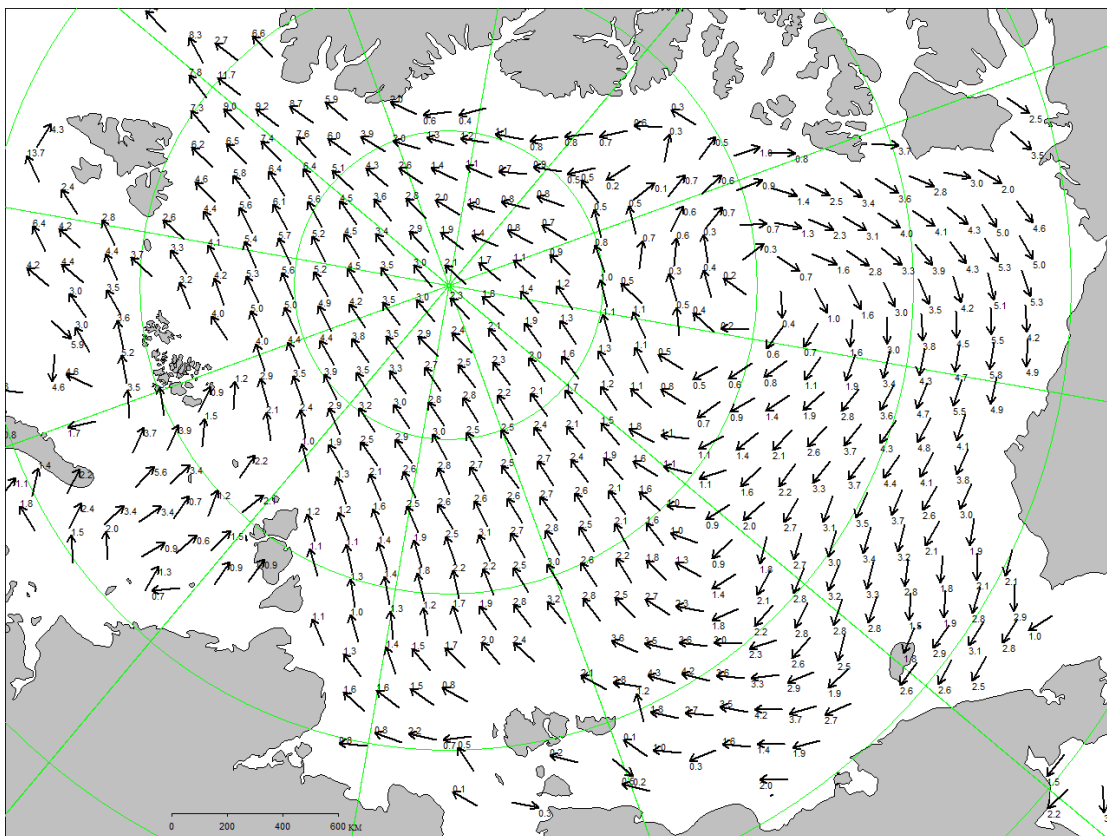


Рис. 2.1.5. Поле скорости фактического дрейфа морского льда в апреле 2023 г., восстановленное на основе корреляционного анализа спутниковых изображений льда в микроволновом диапазоне

В течение мая, который считается периодом максимального развития и накопления ледяного покрова, в структурном составе дрейфующих льдов Северного Ледовитого океана преобладали однолетние льды (преимущественно однолетние толстые и средние льды), которые составляли около 65–70 % от общего количества льда. Около 30 % от общего количества льда составляли старые льды. Остальное количество льдов было представлено молодыми льдами в прикромочной зоне западных морей (Гренландском и Баренцевом морях) или молодыми льдами в заприпайных полыньях моря Лаптевых.

Однолетние льды занимали весь российский сектор, более половины приполюсного района и половину аляскинского сектора Арктики. Старые льды наблюдались преимущественно в гренландском и канадском секторах Арктики и в части приполюсного района. Из части приполюсного района со стороны побережья Евразии старые льды были в значительной степени вытеснены и замещены однолетними льдами. Два обширных, вытянутых в меридиональном направлении языка старых льдов наблюдались в морях Лаптевых и Восточно-Сибирском (рис. 2.1.6).

Припай был развит слабо в морях западного района российского сектора Арктики и приближался к средним многолетним размерам в восточных морях. Наиболее обширный припай наблюдался в районе Новосибирских островов, в западной части Восточно-Сибирского моря и между островами Канадского арктического архипелага. Заприпайные полыньи не имели большого развития и наблюдались только за припаем в море Лаптевых и вдоль припая к северу от Новосибирских островов (рис. 2.1.6).

В поле сплоченности ледяного покрова прослеживалась достаточная однородность. По всей акватории океана и морей преобладали сплоченные льды, что характерно для зимних месяцев в СЛО. Граница распространения ледяного покрова в Баренцевом море, а также морях Гренландском, Баффина и Лабрадор была близка к среднему многолетнему положению.

Обширного развития заприпайных полыней в арктических морях не наблюдалось, в связи с чем, в мае 2023 года в арктических морях не произошло формирования крупных очагов очищения, которые были характерны для развития ледовых условий в предыдущие годы (рис. 2.1.7).

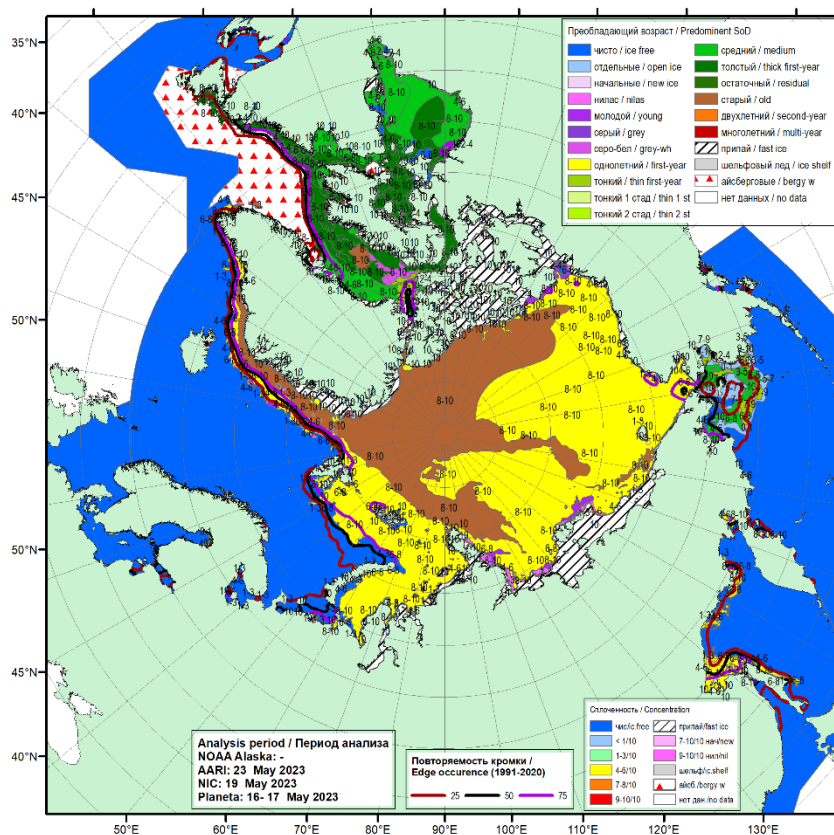


Рис. 2.1.6. Обзорная ледовая карта СЛО по сплоченности за 16–23 мая 2023 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

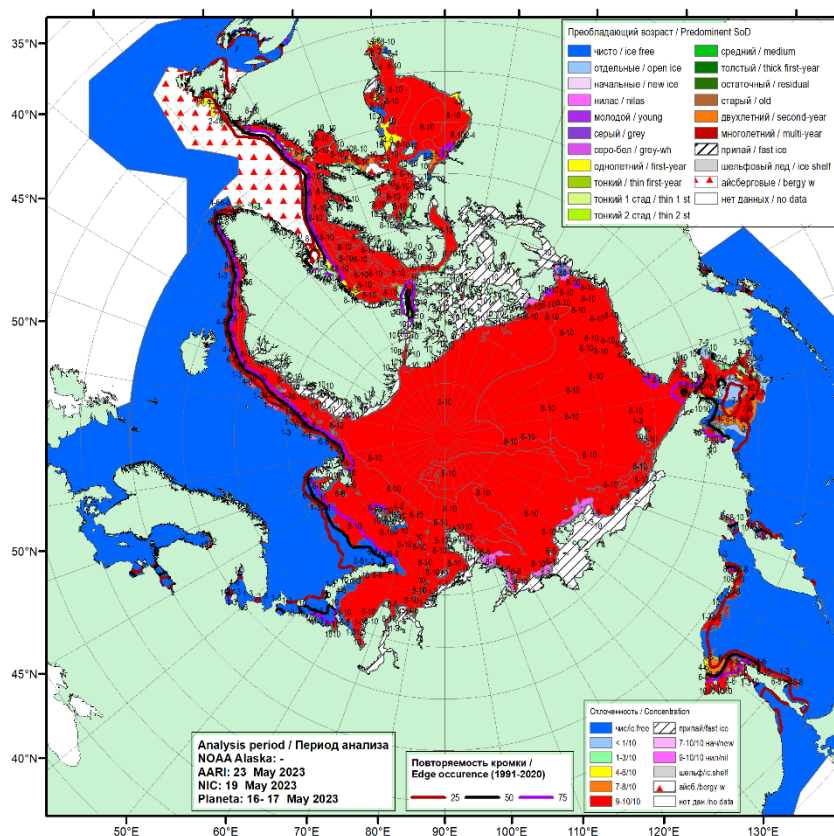


Рис. 2.1.7. Обзорная ледовая карта СЛО по сплоченности льда за 16–23 мая 2023 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

В мае в поле дрейфа произошли существенные изменения. В западном районе СЛО, к северу от моря Лаптевых сформировался обширный циклонический вихрь, восточная периферия которого приносило льды в моря Карское и Лаптевых. Льды на западной периферии вихря формировали Трансарктический перенос, который был значительно смещен в восточный район СЛО. Скорости дрейфа льда в циклоническом вихре составляли 3–8 км/сут, а в Трансарктическом переносе 3–7 км /сут.

Канадский антициклонический круговорот значительно уменьшился в размерах. Его центр располагался над центром моря Бофорта. Скорости дрейфа в круговороте также уменьшилась и составляла менее 5 км/сутки (рис. 2.1.8).

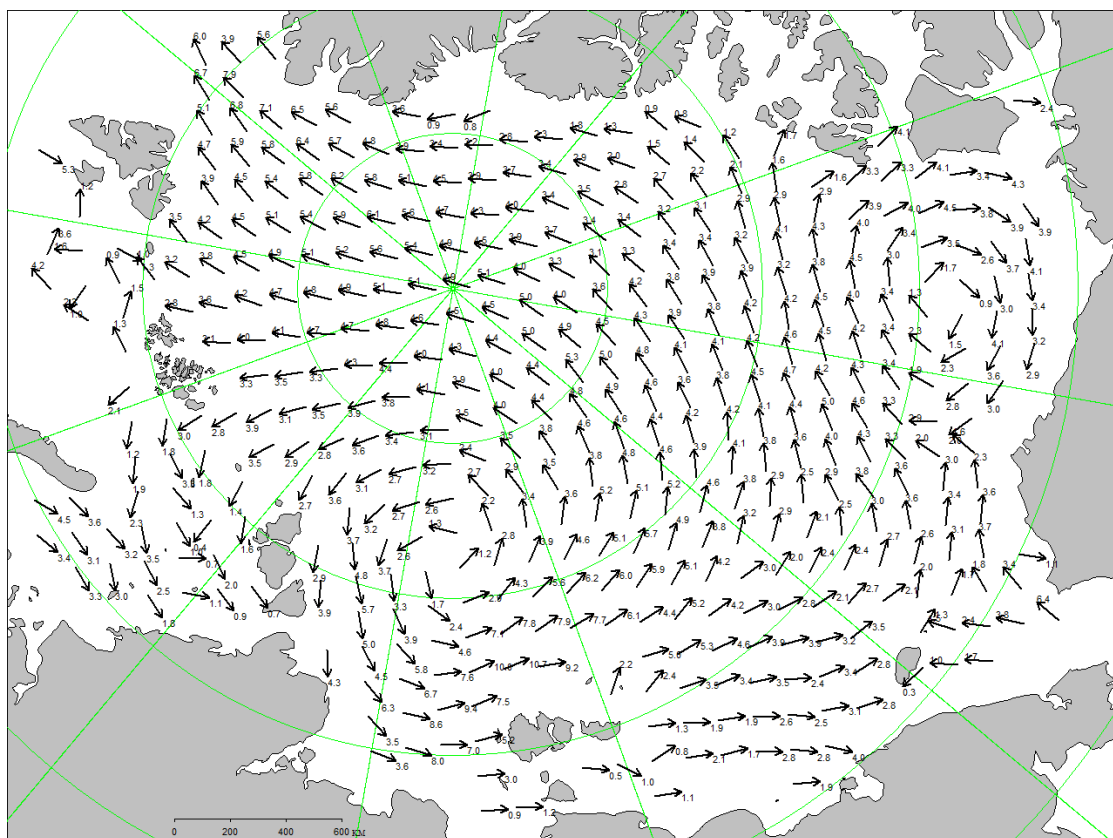


Рис. 2.1.8. Поле скорости фактического дрейфа морского льда в мае 2023 г., восстановленное на основе корреляционного анализа спутниковых изображений льда в микроволновом диапазоне

В весенний период интенсивность нарастания толщины льда меньше нормы в морях западного района российского сектора Арктики, что привело к увеличению отрицательных аномалий толщины льда, сформировавшихся в зимние месяцы. В Карском море наблюдалось увеличение отрицательной аномалии с 10–20 см до 20–30 см. В районах побережья Лаптевых и Восточно-Сибирского морей, толщина льда по данным полярных станций приблизилась к среднегодовым значениям. В районе Новосибирских островов и вдоль чукотского побережья сформировались положительные аномалии толщины льда. Например, на полярных станциях Новосибирских островов (Котельный, Санникова, Кигилях) толщина припая превышала норму на 30–50 см.

Распределение аномалии толщины льда по морям в конце периода нарастания (середина мая) приведены на рис. 2.1.9.

Распределение расчетной средневзвешенной толщины льда по совместной модели морского льда – океана HYCOM/CICE Датского метеорологического института.

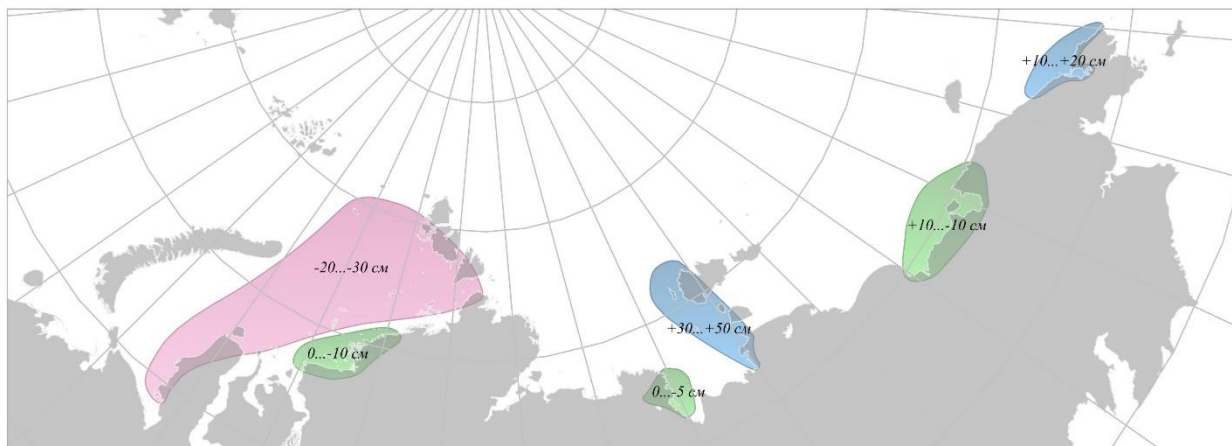


Рис. 2.1.9. Аномалии толщины льда в морях российских секторов Арктики по данным полярных станций на период максимального нарастания в 2023 г. (конец мая)

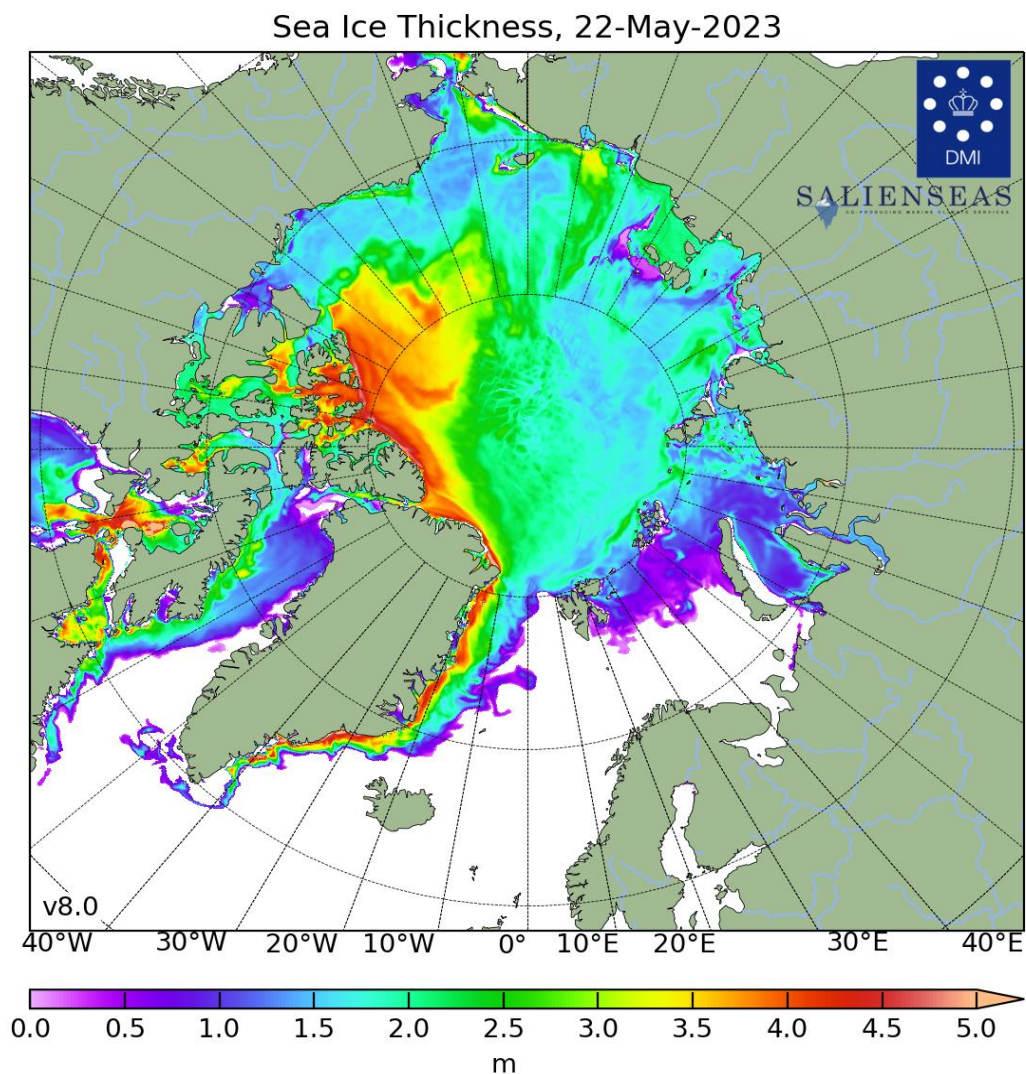


Рисунок 2.1.10. Поля распределения средневзвешенной толщины льда совместной модели морского льда–океана HYCOM/CICE Датского метеорологического института 22.05.2023 г.



В июне начался процесс очищения морей российского сектора Арктики, от Баренцева до Чукотского. Очищение началось рано. Центры очищения сформировались в четырех районах арктических морей – в центральной части Баренцева, в юго-западной части Карского, восточной части Лаптевых и восточной части Чукотского. В Восточно-Сибирском море и море Бофорта признаков начала интенсивного летнего очищения не наблюдалось.

В западных арктических морях сформировались крупные отрицательные аномалии ледовитости. В третьей декаде июня аномалии ледовитости в морях составили: в Баренцевом –15%, в юго-западной части Карского –30%, ледовитость остальных морей была близка к норме.

Наблюдалось значительное отступление границы дрейфующих льдов в Баренцевом море и в юго-западной части Карского моря. Очищение этих морей в первую очередь было связано с интенсивным дрейфом льда выносного характера, адвекцией тепла в эти районы и развитием тепловых процессов таяния и разрушения льда.

Наблюдалось начало разрушение припая во всех арктических морях, в проливах морей и среди островов Канадского арктического архипелага. Припай в проливе Вилькицкого в результате действия интенсивных западных ветров взломался в середине третьей декады июля. Припай в районе Новосибирских островов и между островами Канадского арктического архипелага еще сохранялся в течение июня (рис. 2.1.11).

В возрастном составе льда на начало активного таяния и разрушения льдов преобладали однолетние толстые и средние льды. Образование начальных и молодых льдов в окраинных морях прекратилось. Старые льды занимали около 35 % акватории океана. Однолетние льды, среди которых преобладали однолетние толстые льды, составляли около 60 %. Остальную часть акватории СЛО занимали разряжения и полыньи за припаем вдоль побережий.

Основными очагами очищения морей послужили: прикромочная зона в северной части Баренцева моря, вся юго-западная часть Карского моря, а также западная часть и заприпайный район в море Лаптевых, а также район, прилегающий к Берингову проливу в Чукотском море (рис. 2.1.12).

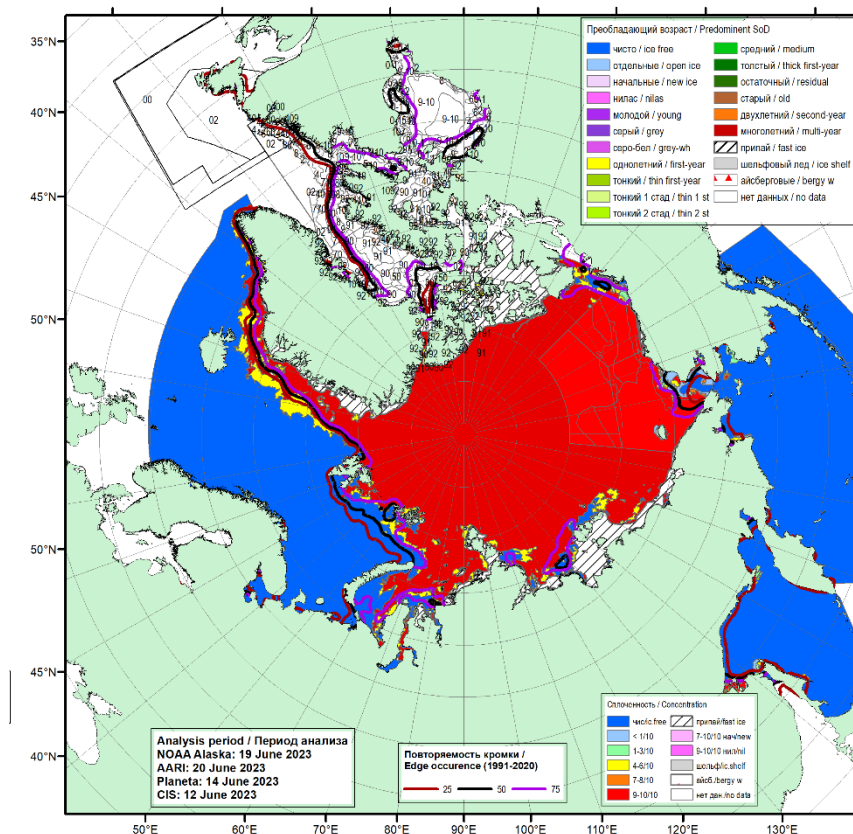


Рис. 2.1.11. Обзорная ледовая карта СЛО по сплоченности льда за 12–20 июня 2023 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

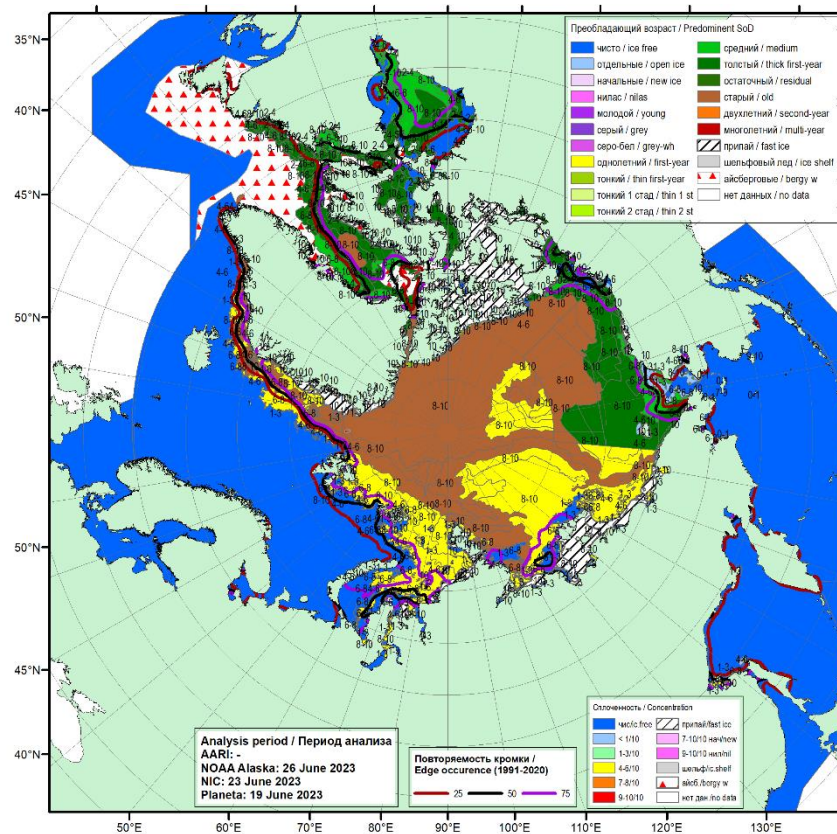


Рис. 2.1.12. Обзорная ледовая карта СЛО по возрасту за 12–20 июня 2023 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

В июне в поле дрейфа льда в СЛО изменения практически не произошли. Наблюдалось сохранение тех же структур дрейфа, которые сформировались в мае.

В западном районе СЛО, к северу от моря Лаптевых сохранялся обширный циклонический вихрь, восточная периферия которого приносило льды в моря Карское и Лаптевых, а западная периферия формировала Трансарктический перенос, который был значительно смещен в восточный район СЛО. Скорости дрейфа льда в циклоническом вихре были низкие и составляли 3–5 км/сут, а в Трансарктическом переносе около 5 км/сут.

В восточно-Сибирском море сформировался небольшой антициклонический вихрь, размеры которого не превосходили размеры самого моря. Скорости дрейфа были невелики и не превышали 2–3 км/сут.

Канадский антициклонический круговорот был смещен в море Бофорта и значительно меньше своих обычных размеров. Его центр располагался над центром моря Бофорта. Скорости дрейфа в круговороте также уменьшилась и составляла менее 5 км/сутки (рис. 2.1.13).

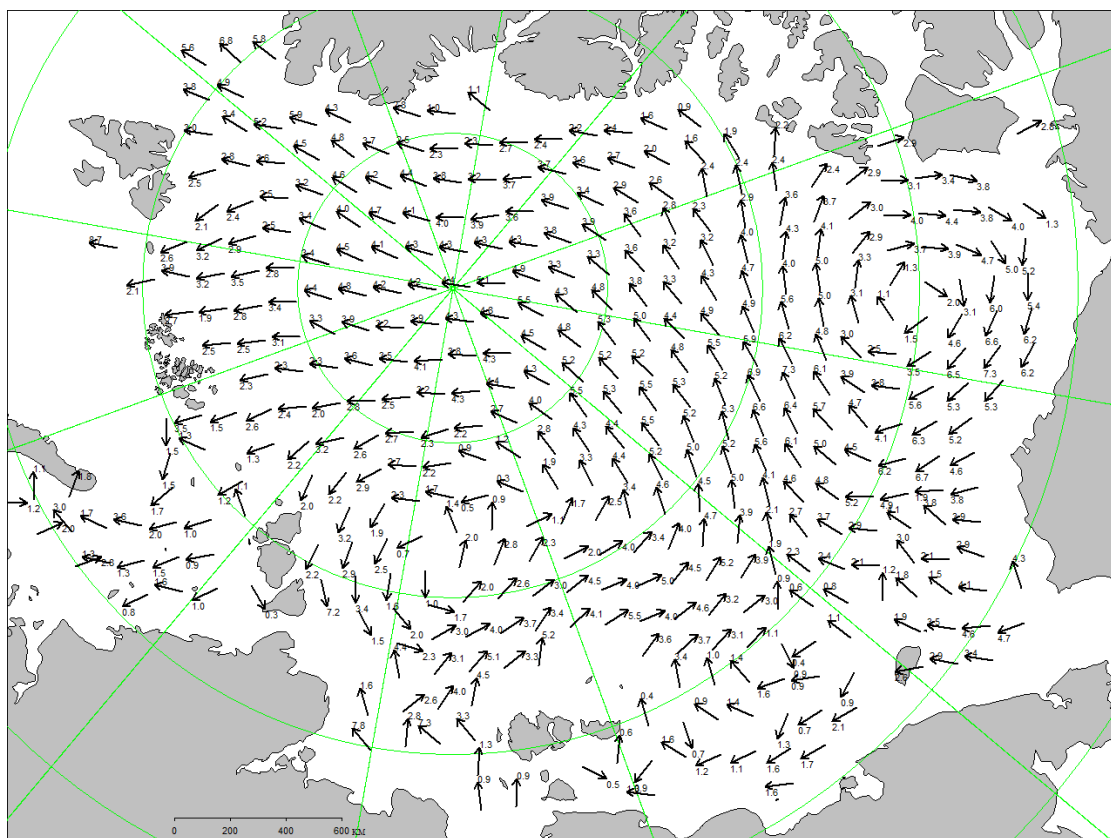


Рис. 2.1.13. Поле скорости фактического дрейфа морского льда в июне 2023 г., восстановленное на основе корреляционного анализа спутниковых изображений льда в микроволновом диапазоне



Общее количество льдов в СЛО в конце июня, по оценкам, выполненным в ААНИИ, составила 9287 млн. км², что оказалось на 8,1 % меньше среднесноголетнего значения по длинному ряду наблюдений с 1978–2023 гг. и близким по величине к среднему значению за десятилетний период 2011–2023 гг.

В целом же при сравнении площади ледяного покрова в СЛО со средними значениями за длинный ряд наблюдений с 1978 г. можно констатировать, что отрицательная аномалия общей площади льда, составившая –8,1 % сформировалась, главным образом, за счет малой ледовитости, наблюдавшейся в секторе 45 °з.д.–95 °в.д. (моря Гренландское, Баренцево и Карское) и секторе 170–45°з.д. (море Бофорта и Канадская Арктика) (табл.2.1.1).

Таблица 2.1.1

Медианные значения ледовитости в Северном Ледовитом океане в конце июня 2023 г. и её аномалии по данным наблюдений SSMR-SSM/I, алгоритм NASATEAM

Район	S, тыс. км ²	Аномалии, тыс. км ²						
		2018	2019	2020	2021	2022	2013–2023	1978–2023
Северный Ледовитый океан	9286,8	–237,1	152,5	95,5	143,8	41,5	–0,7	–817,7
Сектор 45°з.д.–95°в.д. (Гренландское – Карское моря)	2286,0	244,2	7,0	143,6	192,4	299,1	122,7	–343,8
Сектор 95°в.д.–170°з.д. (моря Лаптевых – Чукотское, Берингово, Охотское)	3269,5	163,4	225,4	329,8	268,9	103,3	123,8	–25,2
Сектор 170–45°з.д. (море Бофорта и Канадская Арктика)	4334,1	–499,7	173,3	–404,4	–241,6	–472,6	–172,1	–433,0

При развитии ледяного покрова по площади близкой к норме за последнее десятилетие, 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. 2.1.14. Как показывает модельный расчет объем накопленного льда в СЛО в июне 2023 г. этот год занимает 3–4 место в ранге минимумов, превосходя 2020-2021 гг. и приближаясь к 2019 г.

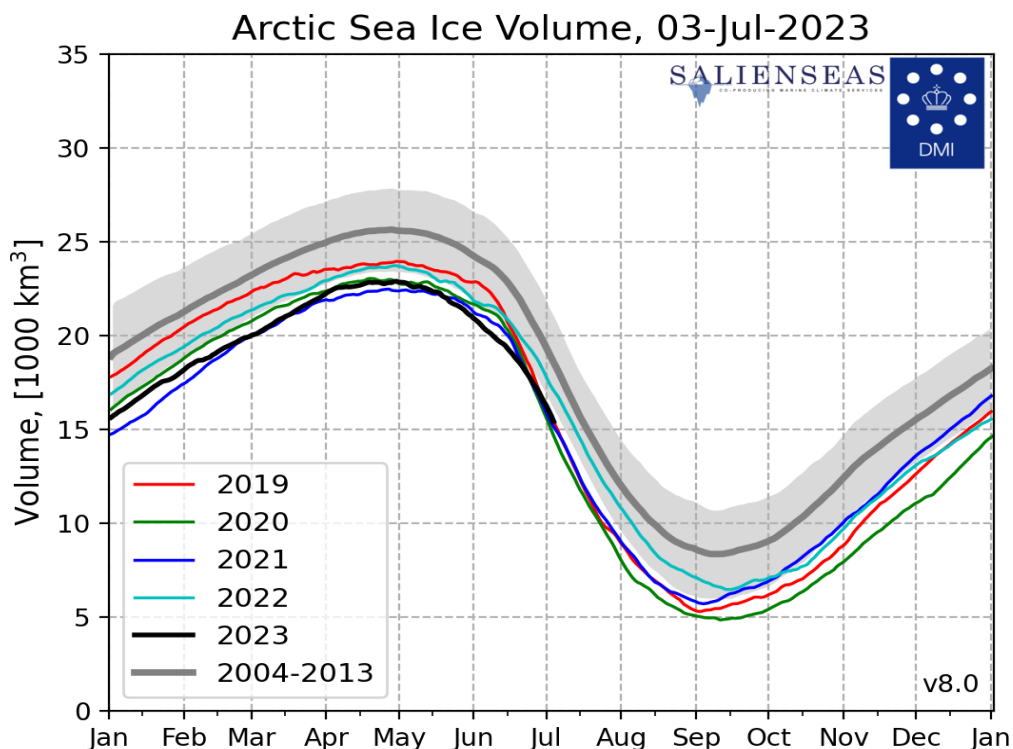


Рисунок 2.1.14 – Ежедневные оценки сезонного хода объема морского льда СЛО на основе расчетов средневзвешенной толщины льда совместной модели морского льда – океана HYCOM/CICE Датского метеорологического института с 01.01.2004 по 03.07.2023 гг.

Ход изменения кривой площади льдов в СЛО и его отдельных секторах представлен на рисунке 2.1.15. Хорошо видно, что в конце зимнего и в начале летнего сезонов развитие ледяного покрова в СЛО было близко к среднему многолетнему, но с началом таяния в мае кривая переместилась в нижнюю часть пучка реализаций сезонного хода.

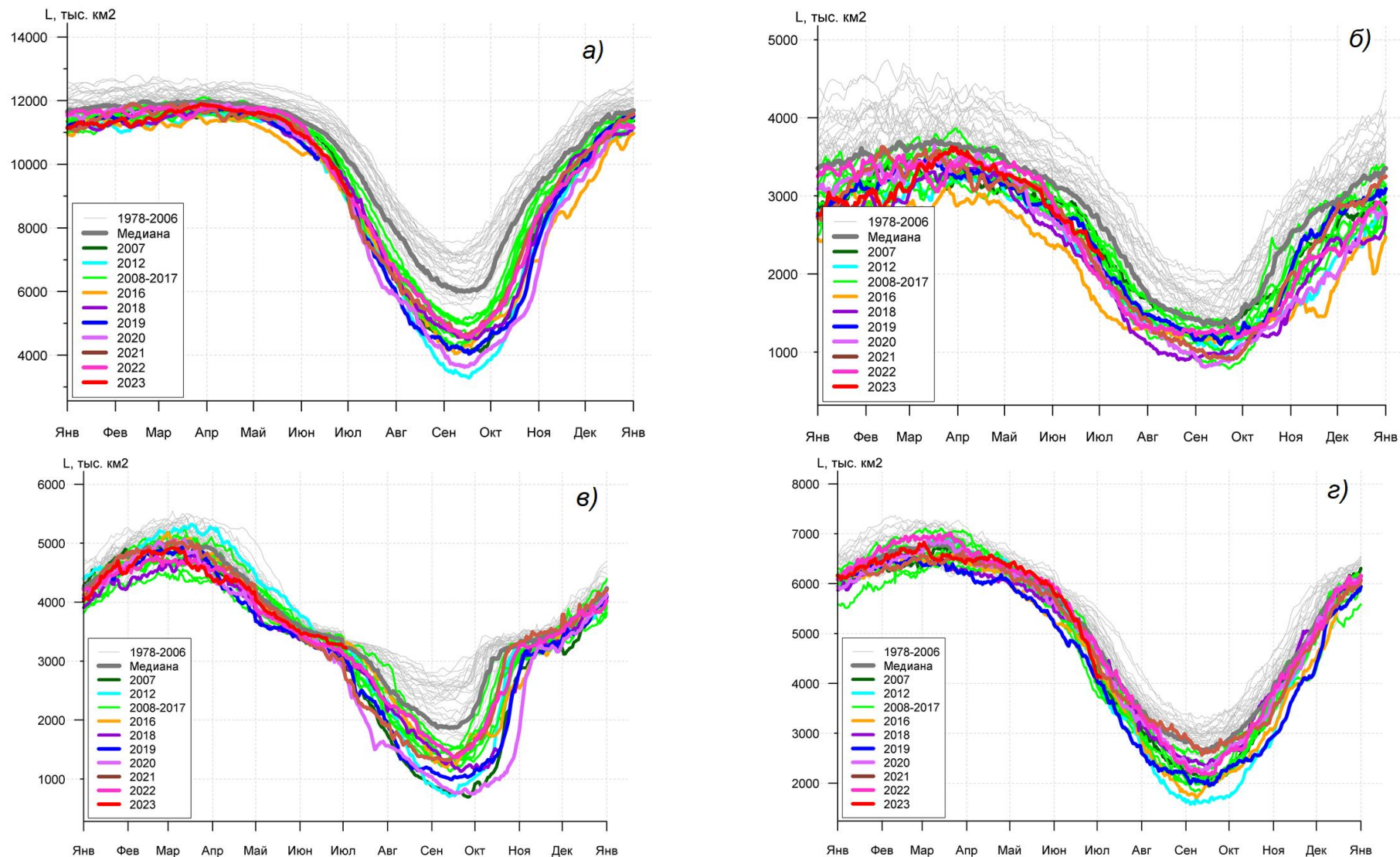


Рис. 2.1.15. Ежедневные оценки сезонного хода ледовитости: а) для Северного Ледовитого океана и меридиональных секторов б) сектор 45°з.д.– 95°в.д. (Гренландское – Карское моря), в) сектор 95°в.д.–170°з.д. (моря Лаптевых – Чукотское и Берингово, Охотское) и г) сектор 170–45°з.д. (море Бофорта и Канадская Арктика) за период 26.10.1978 - 02.07.2023 гг. по годам на основе расчетов по данным SSMR–SSM/I–SSMIS, алгоритм NASATEAM



2.2. Ледово-гидрологические процессы в устьевых областях рек в весенний период

Обзор ледово-гидрологических условий на устьевых участках рек бассейнов морей Карского, Лаптевых и Восточно-Сибирского составлен на основе ежедневной информации, полученной на АСПД ААНИИ кодом КН-15 с постов стационарной сети Росгидромета, и кодом КН-02-SEA с полярных станций, расположенных на устьевых взморьях рек Обь и Енисей.

Карское море

Наибольшее нарастание толщины льда на устьевых участках рек Обь, Таз и Енисей наблюдалось в январе. В п. Игарка наибольшее нарастание наблюдалось в январе и феврале. С первой декады февраля по конец апреля на реке Енисей в районе п. Игарка нарастание льда не отмечалось.

В таблице 2.2.1 приведены данные о наблюдаемой толщине льда и интенсивности его ежемесячного нарастания с января по апрель.

Таблица 2.2.1

Толщина льда и интенсивность его нарастания от месяца к месяцу в 2023 г. на устьевых участках рек бассейна Карского моря

Река-пункт	31 января		28 февраля		31 марта		30 апреля	
	Толщина льда, см	Нарастание за месяц, см	Толщина льда, см	Нарастание за месяц, см	Толщина льда, см	Нарастание за месяц, см	Толщина льда, см	Нарастание за месяц, см
Обь–Салехард	101	+20	104	+3	106	+2	107	+1
Таз-Тазовское	92	+26	99	+7	114	+15	118	+4
Енисей-Игарка	74	+18	92	+18	92	0	92	0
Енисей-Дудинка	94	+27	107	+13	114	+7	125	+11
Енисей - Караул	88	+22	99	+11	112	+13	121	+9

На устьевых участках рек Таз и Енисей толщина льда на конец апреля отмечалась меньше среднемноголетних значений на 4-14 см, кроме реки Оби, где толщина льда наблюдалась на 6 см больше среднего многолетнего значения.

Высота снега на льду в конце апреля отмечена: на р. Обь 16-20 см, р. Таз 51-70 см, на р. Енисей от 21 до 50 см.

В таблице 2.2.2 приведены аномалии толщин льда на конец апреля, т.е. в период, близкий к максимальной толщине льда.



Таблица 2.2.2

Толщины льда в апреле, см

Река	Пункт	Толщина льда на конец апреля, см		
		2023 г.	Средняя	Аномалия
Обь	Салехард	107	101	+6
Таз	Тазовское	118	132	-14
Енисей	Игарка	92	96	-4
	Дудинка	125	131	-6
	Караул	121	134	-13

Появление воды на льду и закраин на устьевом участке реки Оби отмечено в конце первой декады мая. На реке Таз вода на льду появилась в начале третьей декады мая, закраины – в середине третьей декады мая. На р. Енисей появление воды на льду и закраин наблюдалось в третьей декаде мая, кроме п. Караул, где появление воды на льду отмечалось 1 мая. Подвижки льда на реке Оби отмечены в конце второй декады мая, на реке Енисей – в третьей декаде мая, на реке Таз 1 июня. Затор льда был отмечен на р. Енисей (п. Игарка) в третьей декаде мая.

Весенний ледоход на устьевых участках рек Обь, Енисей и Таз начался раньше среднемноголетних сроков на 1-7 дней. Очищение на р. Обь (п. Салехард) произошло в срок, соответствующий среднемноголетней дате. Очищение на устьевом участке р. Таз и р. Енисей произошло раньше среднемноголетних сроков на 1-8 дней, кроме р. Енисей (п. Игарка), где очищение отмечено на 2 дня позже среднемноголетней даты.

Продолжительность весеннего ледохода на устьевых участках рек Таз, Обь и Енисей составила от 1 до 12 суток.

В таблице 2.2.3 приведены сроки начала весеннего ледохода и очищения ото льда, а также их аномалии по отношению к средним многолетним датам.

Таблица 2.2.3

Сроки вскрытия рек

Река	Пункт	Даты начала ледохода			Даты очищения ото льда		
		2023 г.	Средняя	Аномалия, сутки	2023 г.	Средняя	Аномалия, сутки
Обь	Салехард	23.05	24.05	-1	28.05	28.05	0
Таз	Тазовское	02.06	09.06	-7	03.06	11.06	-8
Енисей	Игарка	26.05	27.05	-1	07.06	05.06	+2
	Дудинка	02.06	03.06	-1	09.06	10.06	-1
	Караул	03.06	07.06	-4	08.06	15.06	-7

Процесс вскрытия *устьевых взморий* крупных рек, впадающих в Карское море, также рассмотрен на основе анализа данных наблюдений стационарной сети. На устьевом взморье р. Оби в настоящее время работает полярная станция Новый Порт, на устьевом взморье р. Енисей – полярная станция Сопочная Карга.



Наибольшее нарастание толщины льда на устьевом взморье рек Обь и Енисей наблюдалось в январе.

В таблице 2.2.4 приведены данные о наблюдаемой толщине льда и интенсивности его ежемесячного нарастания с января по апрель.

Таблица 2.2.4

Толщина льда и интенсивность его нарастания от месяца к месяцу в 2023 г. на устьевых взморьях крупных рек бассейна Карского моря

Устьевое взморье-пункт	31 января		28 февраля		31 марта		30 апреля	
	Толщина льда, см	Нарастание за месяц, см	Толщина льда, см	Нарастание за месяц, см	Толщина льда, см	Нарастание за месяц, см	Толщина льда, см	Нарастание за месяц, см
Обская губа–Новый Порт	105	+37	132	+27	153	+21	167	+14
Енисейский залив–Сопочная Карга	109	+27	124	+15	139	+15	149	+10

Толщина льда в конце апреля на устьевом взморье реки Оби отмечена больше среднемноголетнего значения на 26 см, а на устьевом взморье р. Енисей меньше среднемноголетнего на 14 см.

Высота снега на льду в конце апреля составила 55 см в п. Новый Порт и 26 см в п. Сопочная Карга.

В таблице 2.2.5 приведены аномалии толщины льда на устьевом взморье на конец апреля, в период, близкий к максимальной толщине льда.

Таблица 2.2.5

Толщины льда в апреле

Устьевое взморье	Пункт	Толщина льда на конец апреля, см		
		2023 г.	Средняя	Аномалия
Обская губа	Новый Порт	167	141	+26
Енисейский залив	Сопочная Карга	149	163	-14

Вода на льду, закраины и подвижки льда на устьевых взморьях рек бассейна Карского моря не были отмечены. Взлом припая и очищение устьевых участков рек Обь и Енисей произошли раньше среднемноголетних сроков на 5-15 и 10-13 дней соответственно.

Продолжительность ледохода в Обской губе и в Енисейском заливе составила 2-10 дней. В таблице 2.2.6 приведены сроки взлома припая и очищения ото льда, наблюдаемые на полярных станциях Новый Порт и Сопочная Карга.



Таблица 2.2.6

Сроки вскрытия устьевых взморий рек бассейна Карского моря по данным стационарной сети в 2023 г.

Устьевое взморье	Пункт	Ледовая фаза	Дата		
			2023 г.	Средняя	Аномалия, сутки
Обская губа	Новый Порт	Взлом припая	03.06	18.06	-15
Обская губа	Новый Порт	Очищение ото льда	13.06	26.06	-13
Енисейский залив	Сопочная Карга	Взлом припая	14.06	19.06	-5
Енисейский залив	Сопочная Карга	Очищение ото льда	16.06	26.06	-10

Море Лаптевых

Наибольшее нарастание толщины льда, по имеющимся данным, на устьевых участках рек бассейна моря Лаптевых отмечено в январе, кроме п. Кюсюр (р. Лена), где наибольшее нарастание толщины льда наблюдалось в марте. С января по апрель во всех пунктах отмечено нарастание толщины льда. В таблице 2.2.7 приведены данные о наблюдаемой толщине льда и интенсивности его нарастания по месяцам с января по апрель.

Таблица 2.2.7

Толщина льда и интенсивность его нарастания от месяца к месяцу в 2022 г. на устьевых участках рек бассейна моря Лаптевых

Река-пункт	31 января		28 февраля		31 марта		30 апреля	
	Толщина льда, см	Нарастание за месяц, см	Толщина льда, см	Нарастание за месяц, см	Толщина льда, см	Нарастание за месяц, см	Толщина льда, см	Нарастание за месяц, см
Хатанга-Хатанга	113	+33	143	+30	151	+8	137	-14
Оленек-Тюмети	83	+16	89	+6	94	+5	95	+1
Оленёк-Усть-Оленёк	122*	-	163	+41	168	+5	170	+2
Лена-Кюсюр	106	+17	143	+37	148	+5	155	+7
Лена-Хабарово	161	+43	188	+27	202	+14	209	+7
Яна-Юбилейная	69	+23	96	+27	118	+22	133	+15

*-данные за 20 января 2023 г.

Толщина льда в конце апреля на устьевых участках рек бассейна моря Лаптевых наблюдалась значительно ниже среднемноголетних значений на 15-41 см.

Высота снега на льду в конце апреля на реке Оленек составила 26-35 см, на Хатанге – 51-70 см, на реке Яне – 36 - 50 см. В устьевой части реки Лены (п. Хабарово) высота снега наблюдалась 5-10 см, в п. Кюсюр – 51-70 см.



В таблице 2.2.8 приведены аномалии толщины льда на конец апреля, когда толщина льда близка к максимальной.

Таблица 2.2.8

Толщины льда в апреле, см

Река	Пункт	Толщина льда на конец апреля, см		
		2023 г.	Средняя	Аномалия
Хатанга	Хатанга	137	151	-14
Оленёк	Тюмети	95	136	-41
	Усть-Оленёк	170	190	-20
Лена	Кюсюр	155	173	-18
	Хабарово	209	224	-15
Яна	Юбилейная	133	150	-17

На устьевых участках рек бассейна моря Лаптевых появление воды на льду наблюдалось в третьей декаде мая. Закраины отмечены на р. Оленёк (п. Тюмети) в конце третьей декады мая, в п. Усть-Оленек – в начале первой декады июня. Закраины на р. Лена (п. Хабарово) наблюдались 1 июня. На р. Лена (п. Кюсюр) и р. Яна закраины не наблюдались. Подвижки на устьевых участках рек бассейна моря Лаптевых отмечались в п. Хатанга и в п. Кюсюр в третьей декаде мая. На реке Оленек (п. Тюмети) 1 июня. На р. Оленек (п. Тюмети) и р. Лена (п. Кюсюр) процесс вскрытия сопровождался образованием заторов. Начало весеннего ледохода на реках Хатанга и Оленек (п. Усть-Оленек) произошло раньше среднемноголетних сроков на 2-6 дней. На реках Оленек (п. Тюмети) и Лена (п. Кюсюр) в сроки, соответствующие средним многолетним датам. На р. Яне – позже среднемноголетней даты на 3 дня. Очищение на реках Хатанга, Оленек и Лена (п. Хабарово) произошло раньше среднемноголетних сроков на 4-6 дней. На реке Лене (п. Кюсюр) в срок, соответствующий среднемноголетнему. На реке Яне в срок близкий к среднемноголетней дате. Продолжительность ледохода на реках составила: Хатанга – 5 дней, Оленек от 5 до 6 дней, Лена от 2 до 8 дней, Яна – 6 дней.

В таблице 2.2.9 приведены сроки вскрытия устьевых участков рек бассейна моря Лаптевых и их аномалии по отношению к средним многолетним значениям.

Таблица 2.2.9

Сроки вскрытия рек

Река	Пункт	Даты начала ледохода			Дата очищения ото льда		
		2023 г.	Средняя	Аномалия, сутки	2023 г.	Средняя	Аномалия, сутки
Хатанга	Хатанга	04.06	11.06	-7	09.06	16.06	-7
Оленёк	Тюмети	01.06	01.06	0	07.06	11.06	-4
	Усть-Оленёк	09.06	15.06	-6	14.06	19.06	-5
Лена	Кюсюр	31.05	31.05	0	08.06	08.06	0
	Хабарово	04.06	06.06	-2	06.06	12.06	-6
Яна	Юбилейная	31.05	28.05	+3	06.06	05.06	+1



Восточно-Сибирское море

Максимальное нарастание толщины льда в устьевых участках рек бассейна Восточно-Сибирского моря по имеющимся данным наблюдалось в январе.

В таблице 2.2.10 приведены данные о наблюдаемой толщине льда и о его нарастании за месяц с января по апрель на устьевых участках рек бассейна Восточно-Сибирского моря.

Таблица 2.2.10

Толщина льда и интенсивность его нарастания от месяца к месяцу в 2023 г. на устьевых участках рек бассейна Восточно-Сибирского моря

Река-пункт	31 января		28 февраля		31 марта		30 апреля	
	Толщина льда, см	Нарастание за месяц, см	Толщина льда, см	Нарастание за месяц, см	Толщина льда, см	Нарастание за месяц, см	Толщина льда, см	Нарастание за месяц, см
Индигирка-Чокурдах	102	+31	118	+16	130	+12	134	+4
Колыма-Колымское	88	-	111	+23	125	+14	117	-8
Колыма-Черский	80	+27	83	+3	90	+7	96	+6

Толщины льда в конце апреля на устьевом участке реки Колымы наблюдались меньше среднемноголетних значений на 23-32 см. Высота снега на реках Индигирка и Колыма (п. Черский) составила 11-15 см, на реке Колыме (п. Колымское) – 21-25 см.

В таблице 2.2.11 приведены толщины льда и их аномалии на конец апреля, в период, близкий к максимальной толщине льда.

Таблица 2.2.11

Толщины льда в апреле, см

Река	Пункт	Толщина льда на конец апреля, см		
		2023 г.	Средняя	Аномалия
Индигирка	Чокурдах	134	163	-29
Колыма	Колымское	117	140	-23
	Черский	96	128	-32

Вода на льду на устьевых участках рек бассейна Восточно-Сибирского моря была отмечена в первой и второй декадах мая (кроме п. Колымское, где вода на льду не отмечена). Появление закраин наблюдалось в третьей декаде мая. Подвижки на реке Колыме наблюдались в третьей декаде мая, на р. Индигирка – в первой декаде июня. На устьевых участках рек Колыма и Индигирка заторы не наблюдались.

Весенний ледоход и очищение ото льда на реках Индигирка и Колыма начался раньше среднемноголетних сроков на 2-6 дней. Продолжительность ледохода составила 3-4 дня.



В таблице 2.2.12 приведены сроки вскрытия устьевых участков рек бассейна Восточно-Сибирского моря.

Таблица 2.2.12

Сроки вскрытия рек

Река	Пункт	Даты начала ледохода			Дата очищения ото льда		
		2023 г.	Средняя	Аномалия, сутки	2023 г.	Средняя	Аномалия, сутки
Индигирка	Чокурдах	04.06	06.06	-2	07.06	09.06	-2
Колыма	Колымское	25.05	29.05	-4	29.05	03.06	-5
	Черский	28.05	01.06	-4	31.05	06.06	-6

3. Гидрологические условия Северного Ледовитого океана и его морей в 2023 г.

3.1. Термохалинные условия

Анализ термохалинного состояния вод Северного Ледовитого океана (СЛО) во втором квартале 2023 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 во втором квартале 2023 г. и загруженных в БДТХ отдела океанологии АНИИ

№ п/п	Экспедиция	Дата первой и последней станций		Число станций
1	ИТР 126	01.04.2023	30.06.2023	182
2	ИТР 130	01.04.2023	30.06.2023	364
3	ИТР 136	01.04.2023	30.06.2023	364
4	ИТР 137	01.04.2023	30.06.2023	364

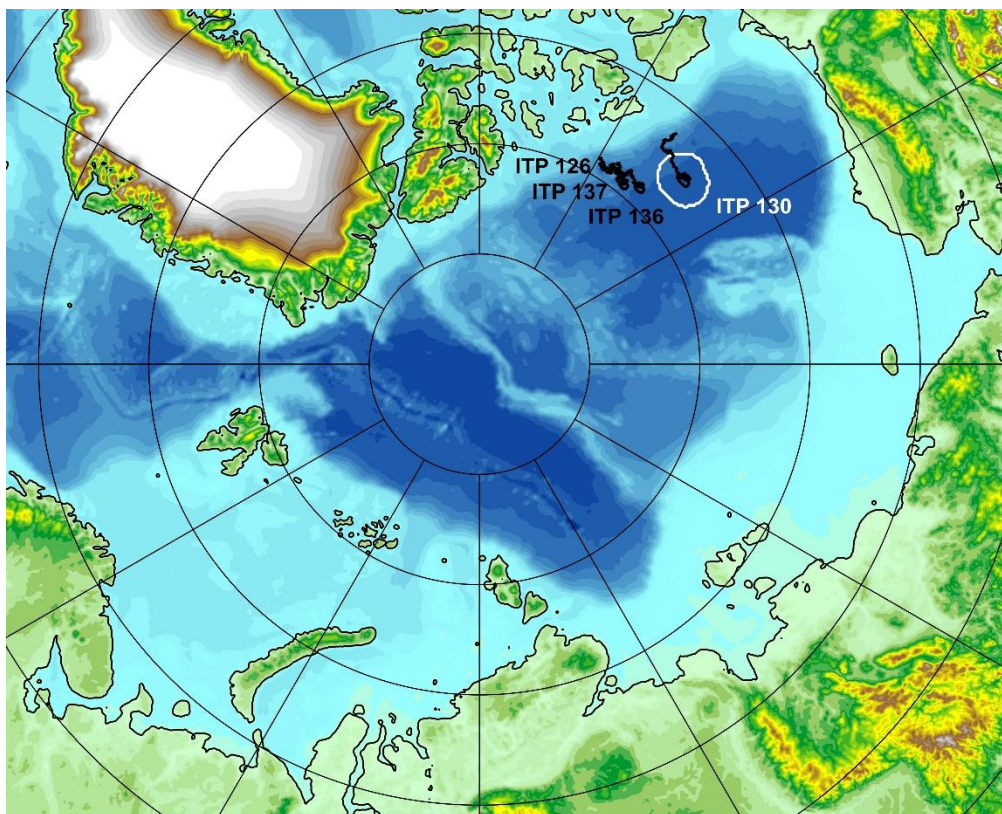


Рис. 3.1.1 – Положение океанографических станций, выполненных на акватории СЛО во втором квартале 2023 г. и занесенных в БД термохалинных характеристик отдела океанологии АНИИ



3.1.1. Особенности вертикальной термохалинной структуры СЛО

Для изучения особенностей термохалинной структуры СЛО во втором квартале 2023 г. был осуществлен анализ вертикального распределения значений температуры и солености в предварительно выделенной группе океанографических станций. В качестве таковых использовались данные ИТР 130 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 2023 году.

Амеразийский суббассейн

Во втором квартале 2023 г. в центральной части Канадской глубоководной котловины по данным ИТР 130 поверхностный слой был незначительно распреснен (27,78 ‰) по сравнению с климатической нормой (28,02 ‰). Аномалия составила -0,24 ‰. Температура поверхностного слоя была в пределах климатической нормы и составила -1,5 °C.

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 130 составило 0,21 °C, превышая климатическую норму на 1,1 °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 является заглубление ядра зимних тихоокеанских вод. По данным ИТР 130 ядро холодных тихоокеанских вод залегало на глубине 190 м, в то время как по климатическим средним ядро наблюдалось на 150 м.



Глубже 180 м в Канадской глубоководной котловине наблюдается постепенное повышение температуры воды, обусловленное теплоотдачей атлантической водной массы (АВ). Верхняя граница слоя данной прослойки ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$) по данным второго квартала 2023 года располагалась на глубине 300 м. Максимальное значение температуры воды в ядре АВ составило $0,81\text{ }^{\circ}\text{C}$ (495 м глубины), что соответствует климатической норме и свидетельствует об отсутствии как положительного, так и отрицательного тренда температуры АВ в Амеразийском суббассейне СЛО.

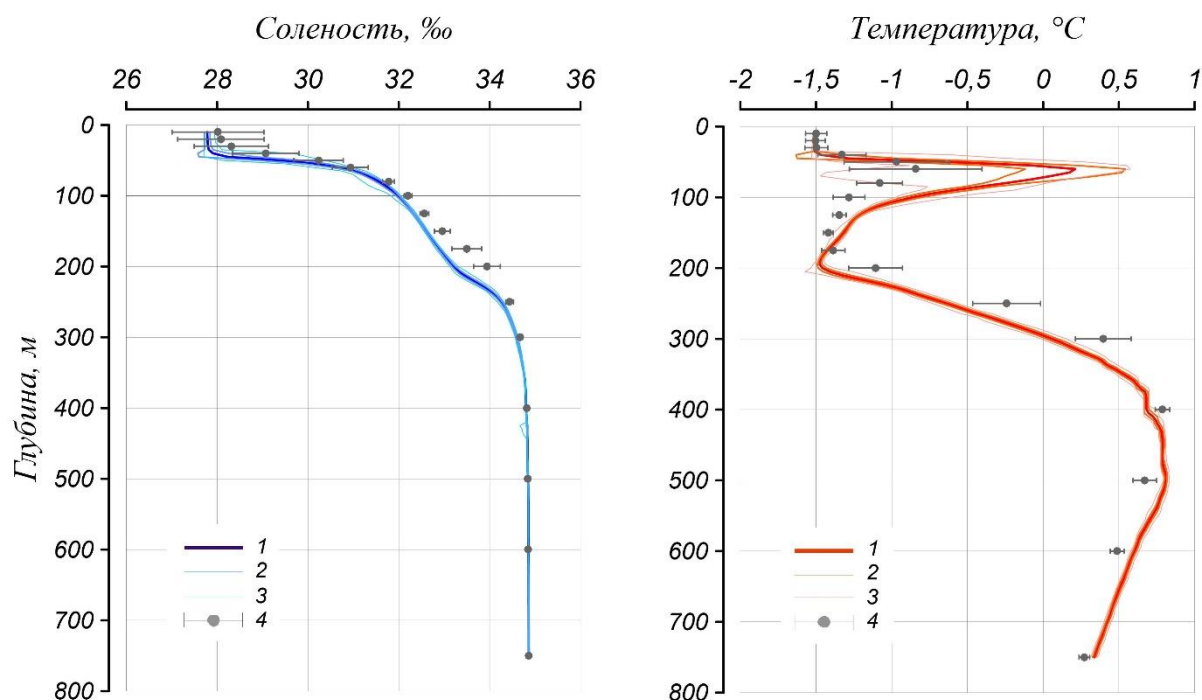


Рис. 3.1.2 – Вертикальное распределение солёности и температуры воды в Канадской глубоководной котловине в апреле-мае 2023 г. по результатам измерений профилографа ИТР 130

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 апрель-июнь в период с 1991 по 2020 гг.

Основные выводы

Согласно результатам наблюдений, выполненных во втором квартале 2023 г. в центральной части Канадской глубоководной котловины, поверхностный слой был незначительно распреснен по сравнению с климатической нормой. Аномалия составила $-0,24\text{ }‰$.

Максимальные значения температуры атлантических вод были близки к норме и составили $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Как и в предыдущие годы наблюдается положительная аномалия температуры летних тихоокеанских вод, значение которой во втором квартале 2023 года составило 1,1 °С.

3.2 Уровень арктических морей

Характеристика особенностей колебаний уровня арктических морей за период с апреля по июнь 2023 года составлена по данным четырёхстрочных наблюдений на 10-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 апрель – июнь 2023 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
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

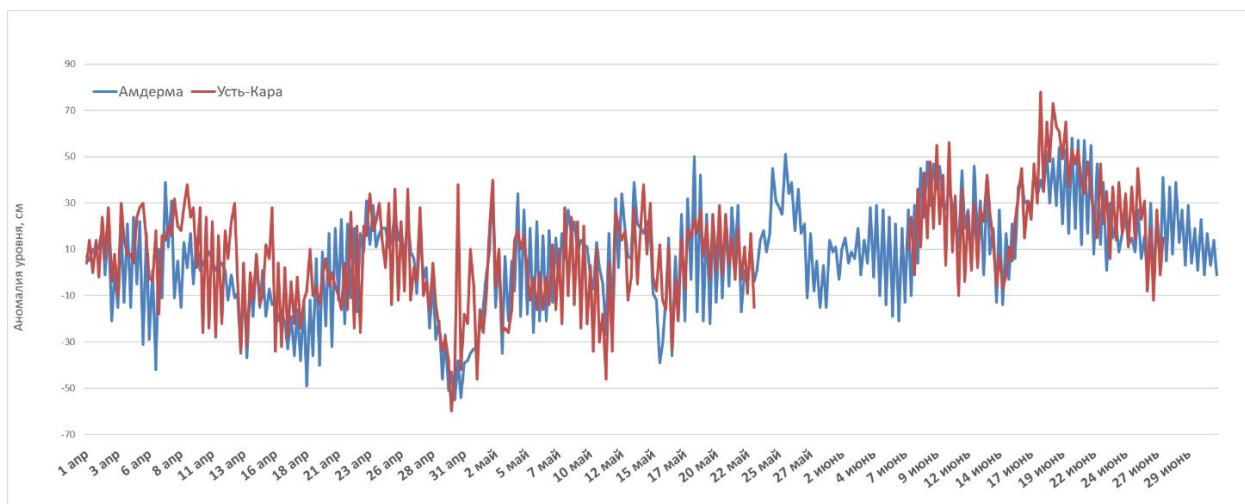


Рис. 3.2.1. Колебания уровня на станциях юго-западной части Карского моря в апреле – июне 2023 г.



Таблица 3.2.2

Основные характеристики изменений колебаний уровня на станциях юго-западной части Карского моря в апреле – июне 2023 г.

Станция	Хар-ки	Месяц		
		апрель	май	июнь
Амдерма	h_{cp} (см)	–4	5	20
	σ_h (см)	21	22	18
	h_{min} (см)	–55	–54	–21
	Дата	30	1	4
	h_{max} (см)	39	51	58
	Дата	07	26	18
Усть-Кара	h_{cp} (см)	2	0	28
	σ_h (см)	21	20	21
	h_{min} (см)	–60	–46	–12
	Дата	30	2	25
	h_{max} (см)	38	40	78
	Дата	9	3	16

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

В юго-западной части Карского моря (рис. 3.2.1, табл. 3.2.2) в апреле и мае уровень моря в основном колебался около среднеголетних значений по данным станций Амдерма (от – 4 см до 5 см) и Усть-Кара (от 2 см до 0 см). С начала до середины июня происходило плавное повышение уровня на обеих станциях. После чего до конца квартала происходило его постепенное снижение до около среднеголетних значений.

Самые низкие значения уровня в данном районе наблюдались 30 апреля, когда на станциях Амдерма и Усть-Кара уровень моря опустился на 55 см и 60 см ниже среднеголетнего значения, соответственно. Самые сильные нагоны наблюдались 16 июня, когда на станции Усть-Кара уровень поднялся до +78 см, и на станции Амдерма 18 июня, когда уровень поднялся выше среднеголетних значений на 58 см.

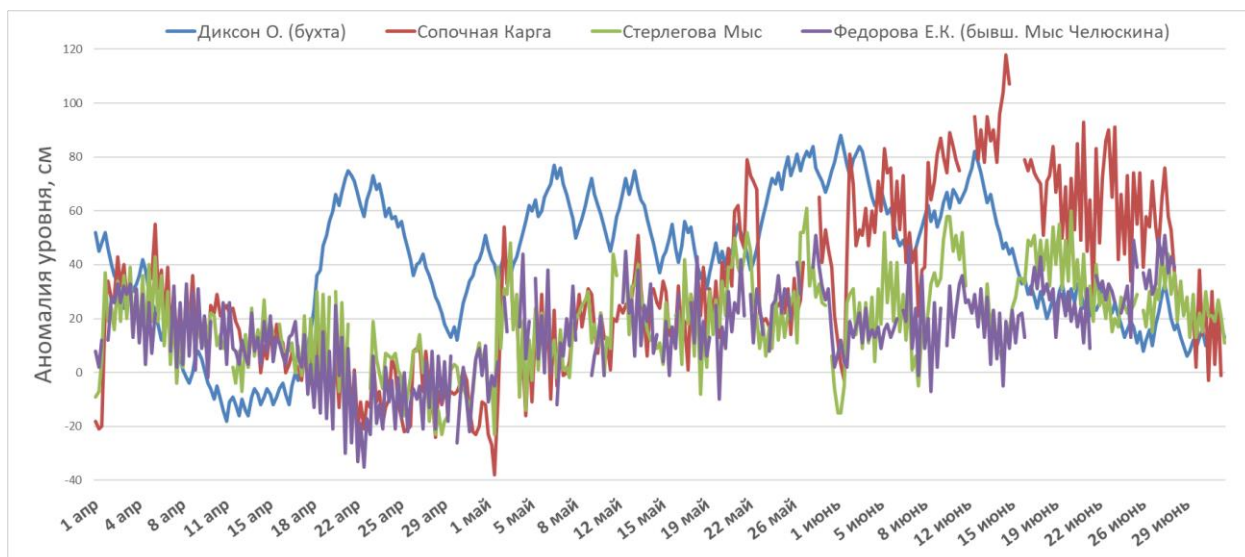


Рис. 3.2.2. Колебания уровня на станциях северо-восточной части Карского моря в апреле – июне 2023 г.

Таблица 3.2.3

Основные характеристики изменений колебаний уровня на станциях северо-восточной части Карского моря апреле – июнь 2023 г.

Станция	Хар-ки	Месяц		
		апрель	май	июнь
о. Диксон	h_{cp} (см)	25	58	39
	σ_h (см)	27	14	22
	h_{min} (см)	-18	31	6
	Дата	11	20	27
	h_{max} (см)	75	88	84
	Дата	21	30	1
Сопочная Карга	h_{cp} (см)	7	22	62
	σ_h (см)	17	23	24
	h_{min} (см)	-24	-38	-3
	Дата	28	3	29
	h_{max} (см)	55	81	118
	Дата	5	31	13
Мыс Стерлегова	h_{cp} (см)	10	19	28
	σ_h (см)	15	17	14
	h_{min} (см)	-23	-23	-5
	Дата	28	3	6
	h_{max} (см)	43	61	60
	Дата	5	28	18
ГМО им. Е.К. Федорова (м. Челюскина)	h_{cp} (см)	4	17	24
	σ_h (см)	17	14	12
	h_{min} (см)	-35	-22	-7
	Дата	22	1	7
	h_{max} (см)	33	51	51
	Дата	2	28	25

На северо-востоке Карского моря (рис. 3.2.2, табл. 3.2.3) на станциях Сопочная Карга, о. Диксон, мыс Стерлегова и ГМО им. Е.К. Федорова (мыс Челюскина) во втором квартале 2023 г. уровень моря колебался на повышенном фоне. До конца апреля



наблюдалось снижение значений уровня, после чего происходило плавное повышение от мая к июню на всех станциях, кроме о. Диксон, где в июне происходило плавное снижение уровня к среднемноголетним, среднемесячное значение снизилось с + 58 см до +39 см.

Наибольшие аномалии наблюдались 28 мая, когда на станциях Мыс Стерлегова и ГМО им. Е.К. Федорова (мыс Челюскина) значение уровня моря составили +61 см и 51 см, соответственно. 30 и 31 мая на станциях о. Диксон и Сопочная Карга уровень поднялся до значений +88 см и +81 см, соответственно. В июне значительный нагон наблюдался в 13 числа, когда на станции Сопочная Карга аномалия составила +118 см.

Необходимо так же отметить существенное падение уровня моря в конце апреля. 22 числа уровень моря опустился до –35 см на станции ГМО им. Е.К. Федорова (мыс Челюскина) и 28 на станциях м. Стерлегова и Сопочная Карга - -23 см и -24 см, соответственно. 3 мая на станции Сопочная Карга уровень опустился на 38 см ниже среднемноголетней отметки.

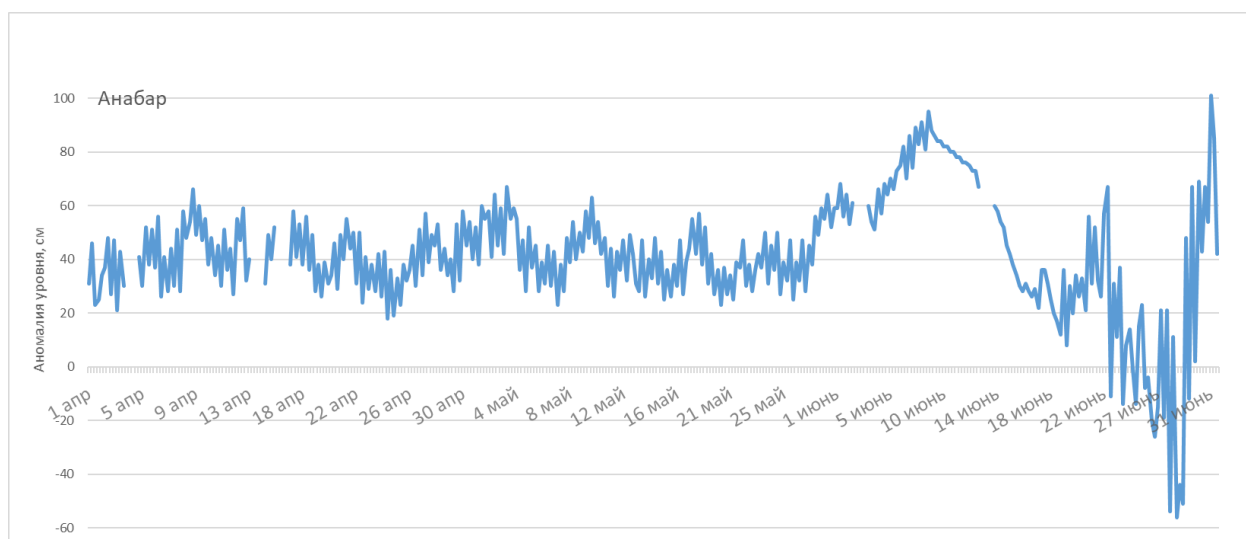


Рис. 3.2.3 Колебания уровня в юго-западной части моря Лаптевых (Анабар) в апреле – июне 2023 г.

В юго-западной части моря Лаптевых по данным станции Анабар (рис. 3.1.3, табл. 3.1.4) в апреле и мае значения уровня моря были выше среднемноголетних. В апреле среднемесячный уровень моря был равен + 40 см, а в мае + 43 см. В мае, примерно в третьей декаде, начался постепенный подъём уровня моря, что явно связано с началом паводков на реке Анабар, которые продолжились и в июне, когда уровень моря здесь достиг максимального значения — +101 см 29 числа. В конце июня уровень моря резко упал, после чего вернулся к апрельским значениям. Самый низкий уровень моря наблюдался 26 июня – -56 см.



Таблица 3.2.4

**Основные характеристики изменений колебаний уровня на станциях моря
Лаптевых в апреле – июне 2023 г.**

Станция	Хар-ки	Месяц		
		апрель	май	июнь
Анабар	h_{cp} (см)	40	43	40
	σ_h (см)	11	11	36
	h_{min} (см)	18	23	-56
	Дата	24	8	26
	h_{max} (см)	66	68	101
	Дата	9	30	29
м. Кигилях	h_{cp} (см)	7	7	6
	σ_h (см)	4	4	5
	h_{min} (см)	-5	-4	-6
	Дата	6	13	24
	h_{max} (см)	16	17	17
	Дата	29	27	3
пр. Санникова	h_{cp} (см)	-12	25	20
	σ_h (см)	12	17	10
	h_{min} (см)	-35	-21	-5
	Дата	23	1	5
	h_{max} (см)	19	71	48
	Дата	1	19	14
о. Котельный	h_{cp} (см)	24	58	28
	σ_h (см)	22	14	26
	h_{min} (см)	-22	2	-20
	Дата	22	1	19
	h_{max} (см)	61	78	75
	Дата	1	20	12

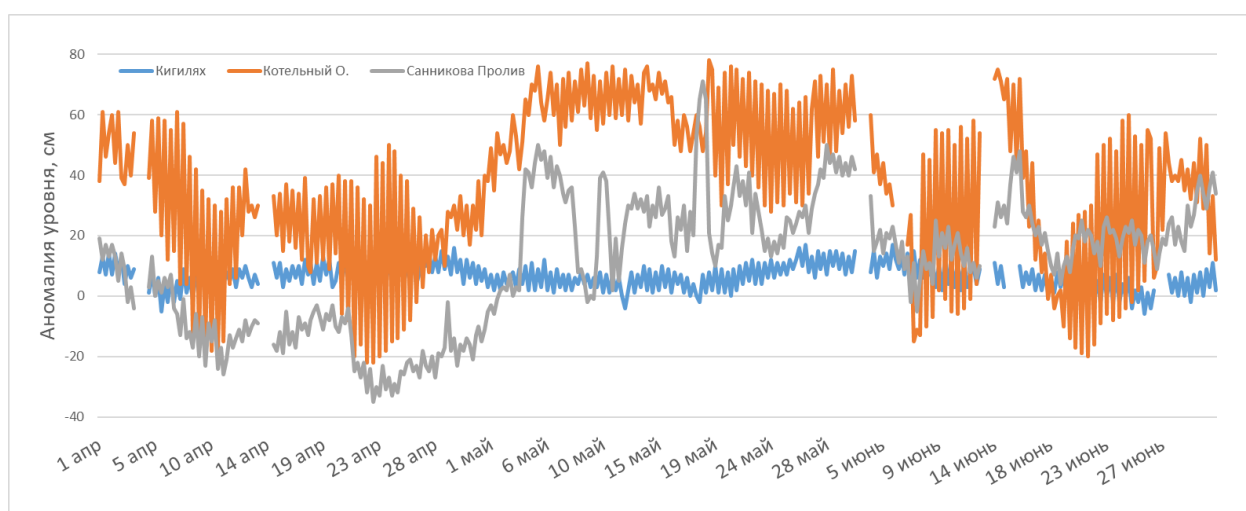


Рис. 3.2.4. Колебания уровня на станциях восточной части моря Лаптевых в апреле – июне 2023 г.

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



На востоке моря Лаптевых по данным станции пр. Санникова (рис. 3.2.4, табл. 3.2.4) в апреле колебания уровня происходили на пониженном фоне (-12 см), в мае и июне произошло резкое повышение и среднеемесячное значение составило +25 см и +20 см, соответственно. 23 апреля здесь отмечались сильные сгоны, когда аномалия уровня моря достигала отметки -35 см. Максимальное значение уровня моря на станции пр. Санникова было зафиксировано 19 мая и составило +71 см.

На станции мыс Кигилях (рис. 3.2.4, табл. 3.2.4) в течение всего периода уровень моря был несколько выше среднемноголетнего (от +6 см до +7 см). 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 понижалось до середины апреля, при аномалии среднего уровня +24 см, после чего наблюдалось постепенное повышение: в мае аномалия среднего уровня составила +58 см, а в марте опустилось до +28 см. Максимальные нагоны наблюдались 20 мая и 12 июня, когда аномалия уровня моря достигла отметки +78 см и 75 см, соответственно. Максимальный сгон был отмечен 22 апреля, когда аномалия уровня составила до -22 см.

Наблюдений за колебаниями уровня на станциях, расположенных в Восточно-Сибирском и Чукотском морях во втором квартале 2023 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 во 2 квартале 2023 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 апреля по июнь 2023 г. Расчеты и прогнозы ветрового волнения осуществлялись по авторской технологии, основанной на спектрально-параметрической модели (СПМ) ветрового волнения ААНИИ (AARI-PD2). В 2010 г. данная технология была представлена на ЦМКП и решением комиссии рекомендована к использованию в ААНИИ для выполнения оперативных прогнозов на акватории морей Российской Арктики. Положение кромки льда при расчетах задавалось по ежедневным спутниковым многоканальным микроволновым данным (SSM/I) и уточнялось по еженедельным данным диагноза сплоченности льда ААНИИ. Расчеты проводились для морей Баренцева, Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского. Сведения о распределении высот волн H_s для морей приведены в таблицах 3.3.1–3.3.5.



Баренцево море. Как видно из таблицы 3.3.1, во втором квартале 2023 г. на акватории Баренцева моря в большинстве случаев развивалось волнение в диапазоне высот от 2 до 4 м. Наиболее штормовым месяцем стал май. Максимальная высота волн (более 6,0 м) была рассчитана 14 мая на 18 ч и 25 мая на 12 и 18 ч UTC. Самые продолжительные шторма с высотами волн более 5 м были 19 - 20 апреля и 14-15 мая.

Таблица 3.3.1

Повторяемость (число дней) различных градаций высоты волн (H_s) в Баренцевом море во втором квартале 2023 г.

Месяц	Высота волн, м						
	0–1	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6	6–7
Апрель	–	3	6	15	4	2	–
Май	–	2	7	13	6	1	2
Июнь	4	7	11	2	6	–	–
Итого	4	12	24	30	16	3	2

На рисунке 3.3.1, в качестве примера, приведено поле ветра и высот волн H_s на акватории Баренцева моря на 18 ч UTC 14 мая 2023 г.

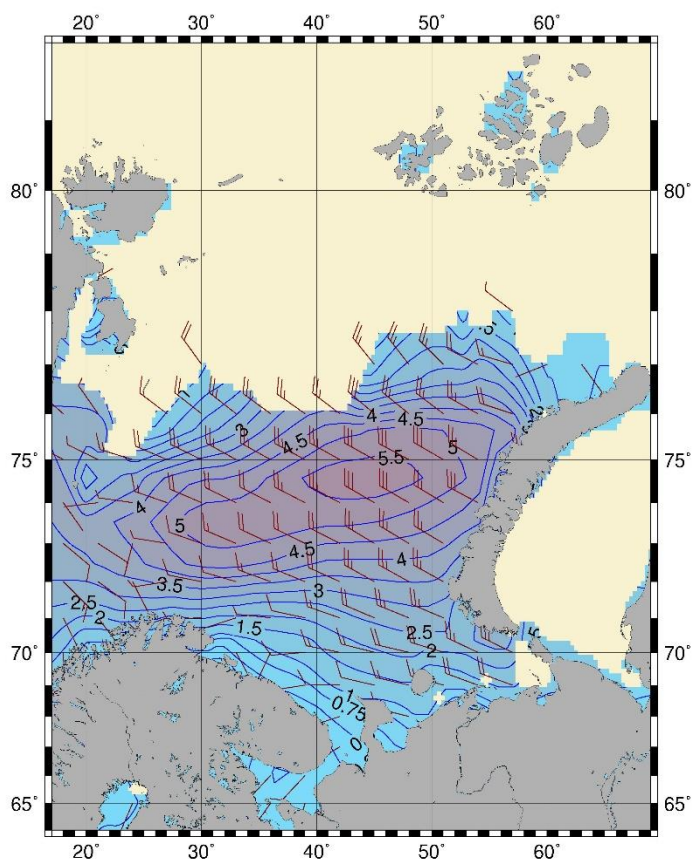


Рисунок 3.3.1. Поле ветра и высоты волн (H_s , м) в Баренцевом море на 18 ч UTC 14 мая 2023 г.



Карское море стало открываться в третьей декаде мая вдоль восточного побережья арх. Новая Земля. В конце июня область чистой воды занимала значительную часть между 70 – 75°с.ш. на юго-западе Карского моря.

В таблице 3.3.2 приведены сведения о распределении высот волн H_s на чистой воде для Карского моря во втором квартале 2023 г.

Таблица 3.3.2

Повторяемость (число дней) различных градаций высот волн (H_s) в Карском море во втором квартале 2023 г.

Месяц	Высота волн, м		
	0–1	1–2	2–3
Май (с 20 мая)	5	7	–
Июнь	6	20	4
Итого	11	27	4

Как видно из табл. 3.3.2 на акватории Карского моря в большинстве случаев развивалось волнение в диапазоне высот волн от 1 до 2 м. Максимальная расчетная высота волны (более 2,0 м) была рассчитана 16, 17, 18 и 19 июня.

На рисунке 3.3.2, в качестве примера, приведено поле ветра и высот волн H_s на акватории Карского моря на 06 ч UTC 17 июня 2023 г.

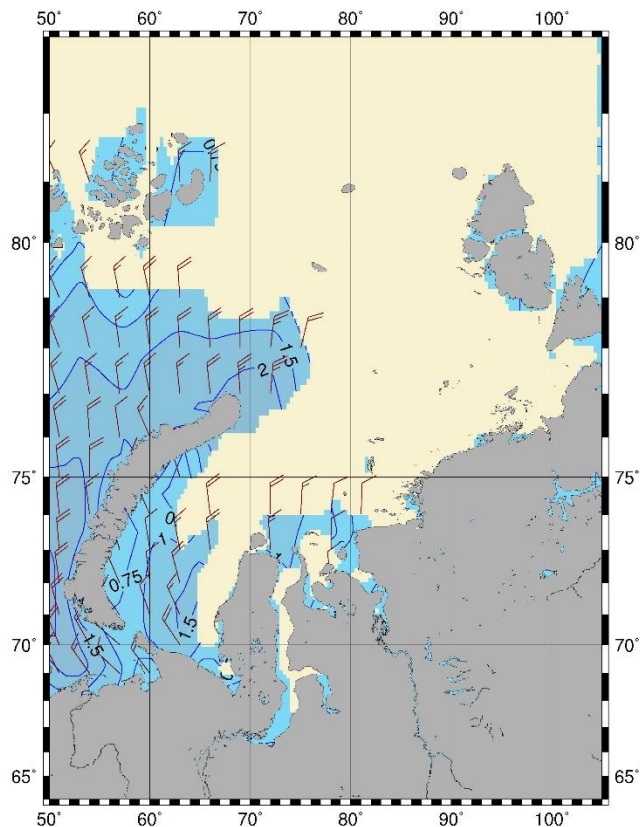


Рисунок 3.3.2. Поле ветра и высоты волн (H_s , м) в Карском море на 06 ч UTC 17 июня 2023 г.



Море Лаптевых и Восточно-Сибирское море стали открываться в конце июня, при этом области чистой воды были незначительны.

В таблицах 3.3.3-3.3.4 приведены сведения о распределении высот волн H_s на чистой воде для моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря во втором квартале 2023 г.

Таблица 3.3.3

Повторяемость (число дней) различных градаций высот волн (H_s) в море Лаптевых во втором квартале 2023 г.

Месяц	Высота волн, м		
	0–1	1–2	2–3
Июнь (с 20 июня)	3	7	1
Итого	3	7	1

Таблица 3.3.4

Повторяемость (число дней) различных градаций высот волн (H_s) в Восточно-Сибирском море во втором квартале 2023 г.

Месяц	Высота волн, м	
	0–1	1–2
Июнь (с 20 июня)	7	4
Итого	7	4

Как видно из таблицы 3.3.3, расчетная высота волны на чистой воде в море Лаптевых в основном была от 1 до 2 м. Максимальная высота (более 2,0 м) была рассчитана 20 июня на 00 ч. К концу июня в море Лаптевых образовалось две области чистой воды: одна к востоку от пр. Вилькицкого, а другая к юго-западу от Новосибирских о-вов между 74 и 76° с.ш.

Как видно из таблицы 3.3.4, расчетная высота волны на чистой воде в Восточно-Сибирском море в основном была до 1 м. Максимальная высота (более 1,0 м) была рассчитана 21, 22, 23 и 24 июня. К концу июня в Восточно-Сибирском море была небольшая область чистой воды севернее Новосибирских островов.

Чукотское море стало открываться начале июня. К концу июня область чистой воды доходила до 71° с.ш. Высота волны в основном была до 2 м, максимальная высота не превышала 3,5 м (14 июня). В таблице 3.3.5 приведены сведения о распределении высот волн H_s на чистой воде для Чукотского моря во втором квартале 2023 г.

Таблица 3.3.5

Повторяемость (число дней) различных градаций высот волн (H_s) в Чукотском море во втором квартале 2023 г.

Месяц	Высота волн, м			
	0–1	1–2	2–3	3–4
Июнь	15	13	1	1
Итого	15	13	1	1