

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

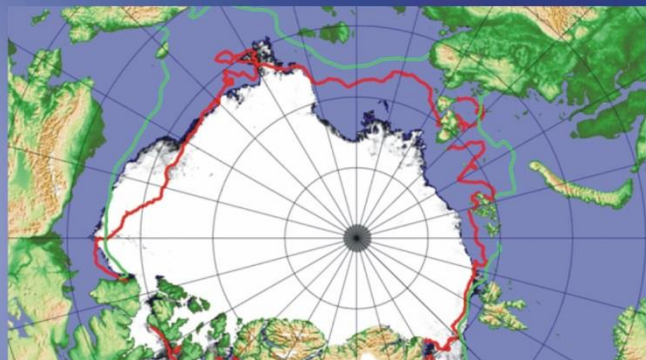


Государственный научный центр РФ
Арктический и антарктический научно-
исследовательский институт

ОБЗОР

гидрометеорологических процессов в Северном Ледовитом океане

II квартал 2022





СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ.....	2
1. Метеорологические условия в северной полярной области: мониторинг крупномасштабных атмосферных процессов и метеорологические условия северной полярной области в апреле — июне 2022 г.	4
2 Ледовые условия и процессы в Северном Ледовитом океане и его морях в апреле-июне 2022 г.	17
2.1 Развитие ледовых условий за период апрель-июнь.....	17
2.2. Ледово-гидрологические процессы в устьевых областях рек в весенний период.....	34
3 Гидрологические и гидрохимические условия Северного Ледовитого океана и его морей в 1 квартале 2021 г.	41
3.1 Уровень арктических морей.....	41
3.2. Ветровое волнение на акватории арктических морей во 2 квартале 2022 г.....	46



ВВЕДЕНИЕ

Настоящий обзор содержит описание особенностей развития метеорологических, ледовых и гидрологических процессов в Северном Ледовитом океане и его морях в 3 квартале 2021 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 — зав. отделом канд. физ.-мат. наук К.В. Фильчук).

Общее руководство подготовкой обзора осуществлялось директором ААНИИ, д-ром геогр. наук А.С. Макаровым.

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



1. Метеорологические условия в северной полярной области: мониторинг крупномасштабных атмосферных процессов и метеорологические условия северной полярной области в апреле — июне 2022 г.

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

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

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

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

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

Особенности развития атмосферных процессов во втором квартале 2022 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 июнь 2022 г. были выявлены следующие особенности их развития.

Фоновые особенности развития крупномасштабных атмосферных процессов за второй квартал 2022 г. представлены в таблице 1.1 в виде суммарных значений числа дней с основными формами и типами циркуляции по классификациям Г.Я. Вангенгейма и А.А. Гирса.

Таблица. 1.1

Значения числа дней с формами и типами циркуляции и их отклонения от нормы в период апрель — июнь 2022 г.

Показатель	Индексы циркуляции атмосферы					
	Форма			Тип		
	W	C	E	З	M ₁	M ₂
Число дней	9	41	41	10	50	32
Аномалия	-19	12	7	-19	17	2

Во втором квартале атмосферные процессы в первом секторе Северного полушария развивались на фоне аномальной высокой повторяемости восточной (E) и меридиональной (C) форм циркуляции, которые превысили норму соответственно на 7 и 12 дней.

Во втором секторе наибольшую повторяемость имели меридиональные процессы типа M₁, которые превысили норму на 17 дней.

Анализ процессов показал, что в течение второго квартала 2022 г. выделяется ряд естественных стадий с однонаправленным развитием крупномасштабных атмосферных процессов.

Изменения среднемесячных значений аномалий числа дней с основными формами и типами циркуляции атмосферы в период с апреля по июнь 2022 г. представлен на рис. 1.1

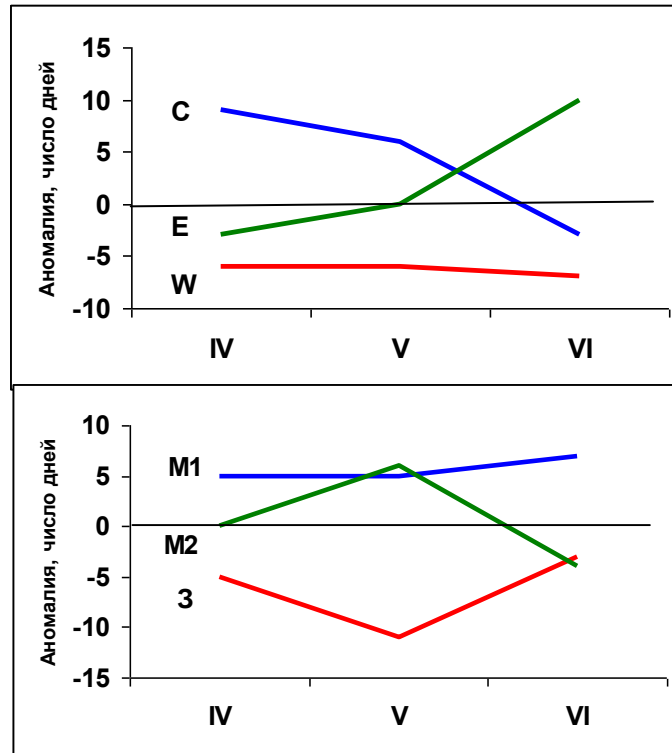


Рис. 1.1. Ход среднемесячных значений аномалий числа дней с основными формами и типами циркуляции атмосферы в период апрель-июнь 2022 г.

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 во втором квартале 2022 г. выглядит следующим образом:

Апрель – C_{M1} → Май – C_(M2+M1) → Июнь – E_{M1}

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

В апреле и июне под влиянием арктического антициклона фон давления в полярном районе сформировался выше нормы.

Наиболее активная циклоническая деятельность наблюдалась в мае. Фон давления с отрицательными аномалиями давления понизился до значений 6 гПа.

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

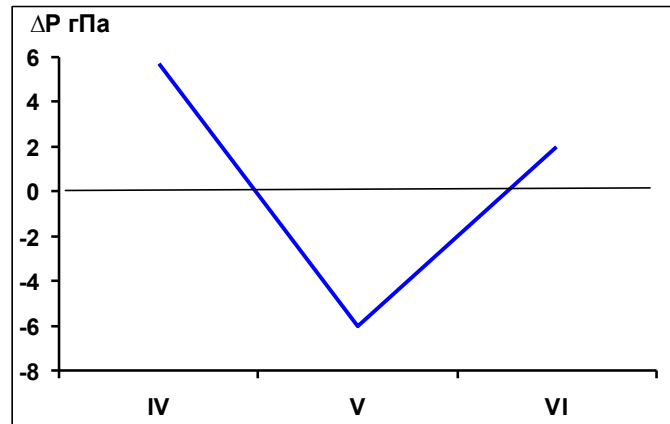


Рис. 1.2. Средние месячные значения аномалий давления (гПа) в апреле — июне 2022 г. в полярном районе Арктики

В среднем за второго квартала 2022 г. фон температуры над полярным районом около нормы.

В апреле под влиянием арктического антициклона преобладали низкоширотные траектории циклонов. При адвекции холодных воздушных масс и отмечались наиболее низкие значения аномалий температуры.

В мае и июне под влиянием циклонов и Северной Атлантики произошло усиление адвекции теплых воздушных масс в полярный район. Фон температуры повысился до положительной аномалии.

Изменения в апреле — июне 2022 г. среднемесячных значений аномалий температуры по полярному району представлены на рис. 1.3.

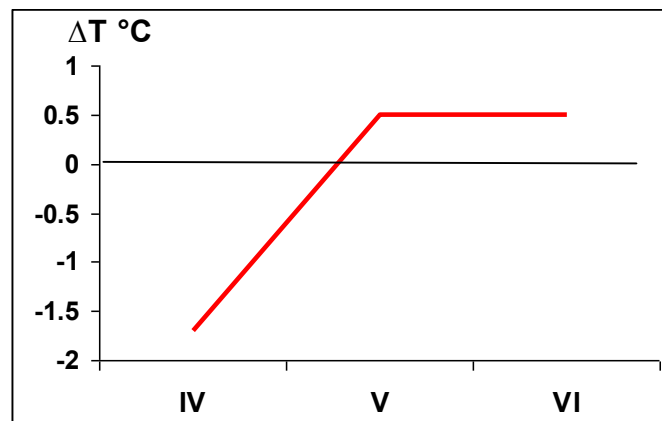


Рис.1.3. Средние месячные аномалии температуры воздуха (°C) в широтном поясе 70 — 85° с.ш. в апреле — июне 2022 г.

По сравнению со вторым кварталом прошлого года в этом году фон температуры в полярном районе понизился на 1,1 °C.



Структурные особенности развития атмосферных процессов во втором квартале 2020 г. проводился по комплексу метеорологических характеристик (основных форм и типов циркуляции и их разновидностей, направлению воздушных потоков, давлению и температуре 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 2022 г. и их влияние на структуру термобарических полей в отдельных районах Арктики представлены ниже.

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

В *апреле 2022 г.* основной центр циркумполярного 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 устойчивый антициклон.

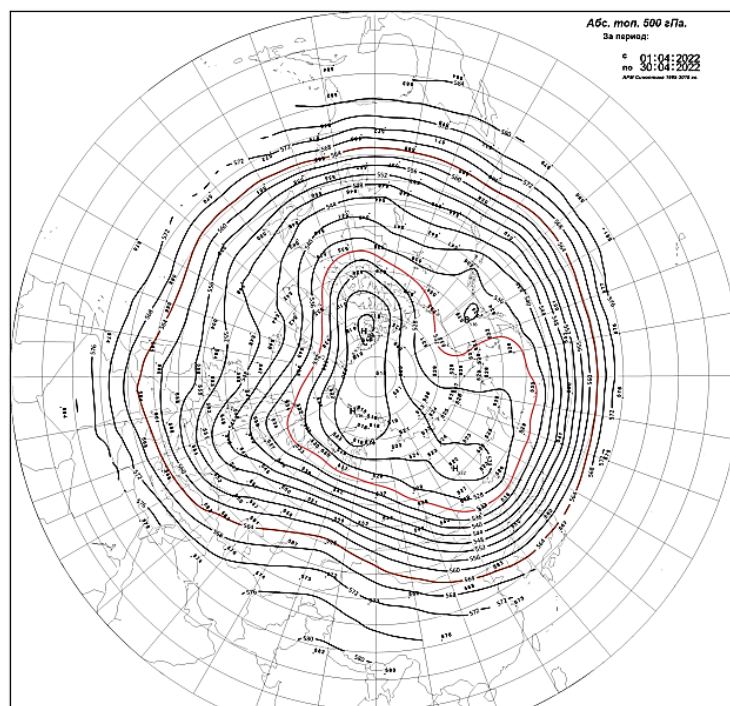


Рис. 1.4. Поля среднего геопотенциала (дам) изобарической поверхности 500 гПа в апреле 2022 г.

В *первом (атлантико-евразийском) секторе Северного полушария* отмечалась повышенная повторяемость крупномасштабных атмосферных процессов меридиональной С формы циркуляции. Особенностью данного процесса явилось развитие устойчивого антициклона на Северной Атлантике. Наиболее активная циклоническая



деятельность отмечалась над европейской территорией России, где преобладал фон давления ниже нормы.

В западном секторе Арктики при воздушных потоках северо-западных направлений с отходами к северо-востоку преобладала адвекция холодных воздушных масс. В среднем за месяц фон температуры ниже нормы на 2 — 3 °С.

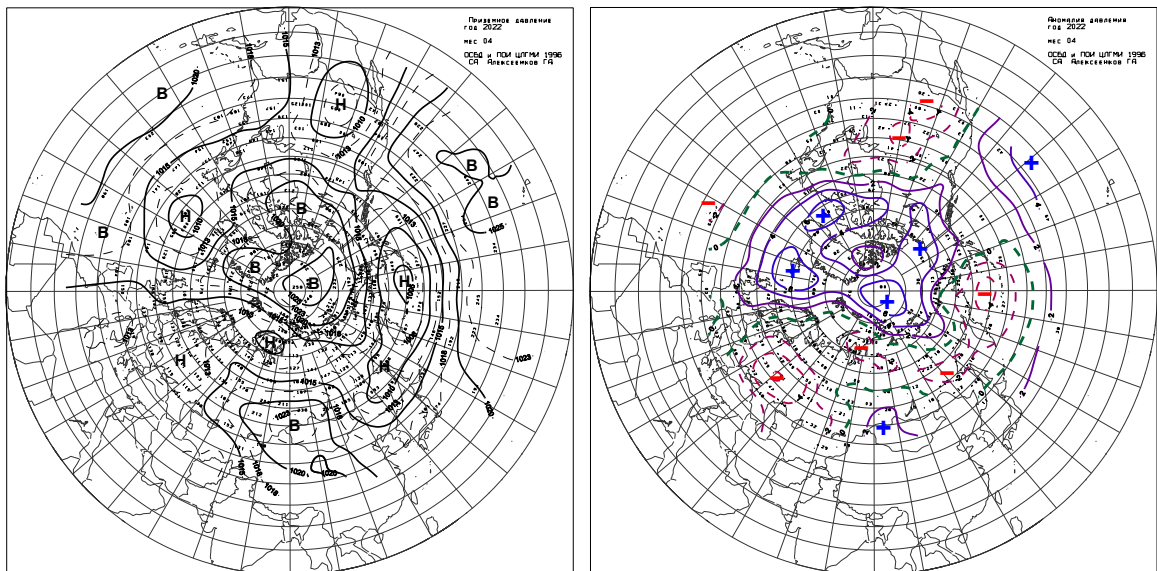


Рис. 1.5. Поле среднего приземного давления (слева) и его аномалии (справа) в апреле 2022 г. (гПа)

Во *втором (тихоокеано-американском) секторе* аномально повышенную повторяемость имели меридиональные типы процессов. Характерной особенностью развития атмосферных процессов явилось усиление блокирующего гребня антициклона над восточной 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 направлений температурный фон по сравнению с мартом понизился до отрицательных аномалий (рис. 1.6).

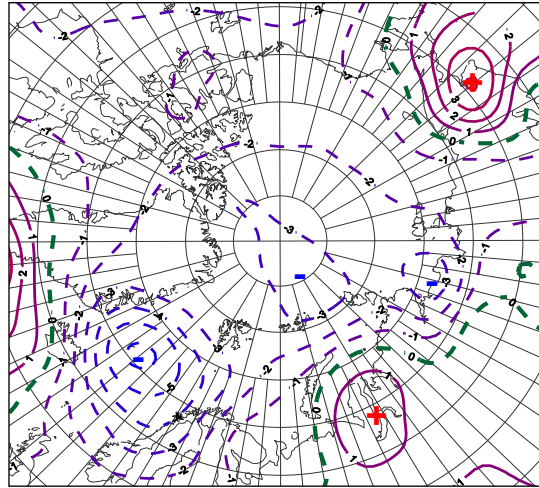


Рис. 1.6. Поле средней месячной приземной и аномалии температуры в апреле 2022 г., (°C)

В мае 2022 г. центр циркумполярного вихря на изобарической поверхности 500 гПа сместился в приполюсный район, основные ложбина которого была ориентированы на ЕТР и Восточную Сибирь (рис. 1.7).

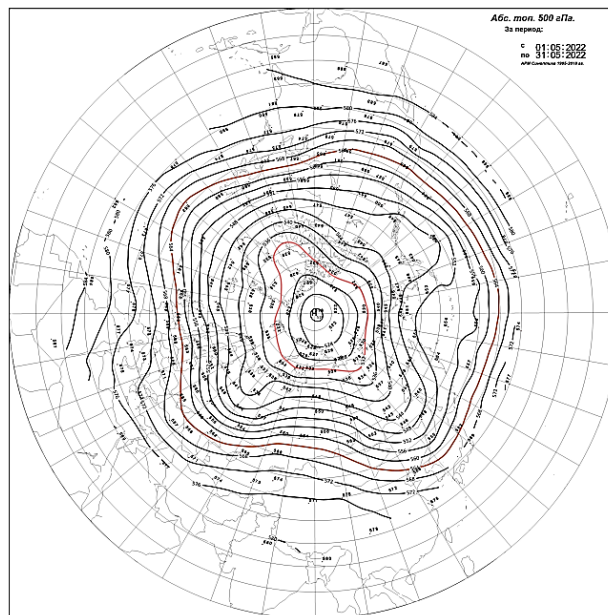


Рис. 1.7. Поля среднего геопотенциала (дам) изобарической поверхности 500 гПа в мае 2022 г.

В первом секторе преобладали атмосферные процессы меридиональной (С) формы циркуляции. При усилении гребня азорского антициклона циклоны северной Атлантики смещались по высокоширотным траекториям через акваторию Баренцева и далее в меридиональном направлении на ЕТР. В западном районе Арктики сформировался фон давления ниже нормы.

При воздушных потоках юго-западных направлений с отходами к северо-западу преобладала адвекция теплых воздушных масс с континента и положительные аномалии температуры со значениями близкими к норме. Наиболее высокие положительные аномалии до 3 — 4 °С отмечались в Карском море (см. рис. 1.8 и 1.9).

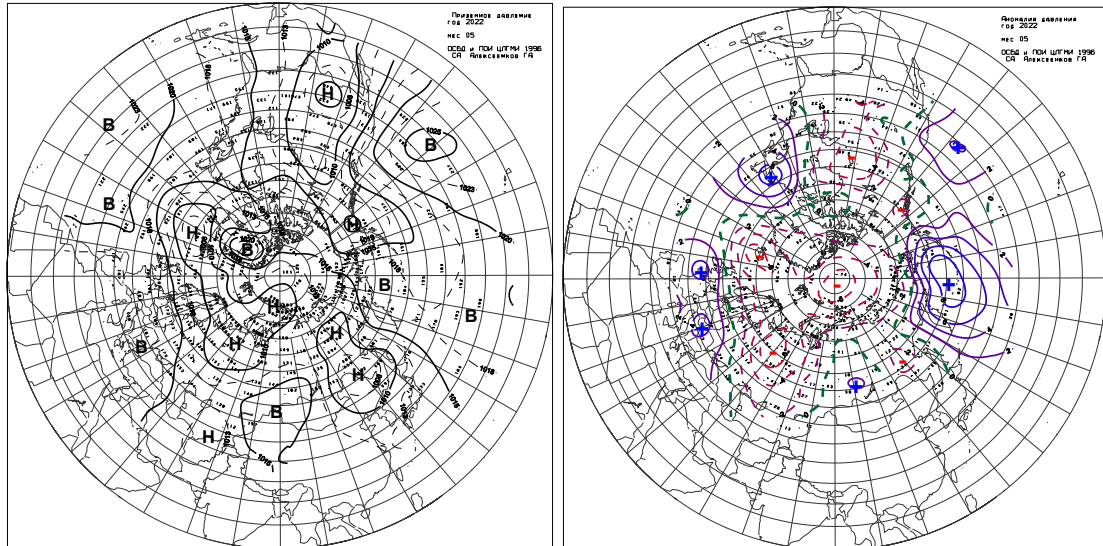


Рисунок 1.8. Поле среднего приземного давления (слева) и его аномалии (справа) в мае 2022 г., (гПа)

Во *втором секторе* наибольшую повторяемость имели крупномасштабные атмосферных процессов типа M_1 . Под влиянием над Тихим океаном циклоны в системе алеутского минимума смещались, по сравнению с нормой, по высокоширотным траекториям.

При адвекции теплых воздушных масс с юга сформировался фон с положительными аномалиями температуры до значений 1 – 3 °С (см. рис. 1.9).

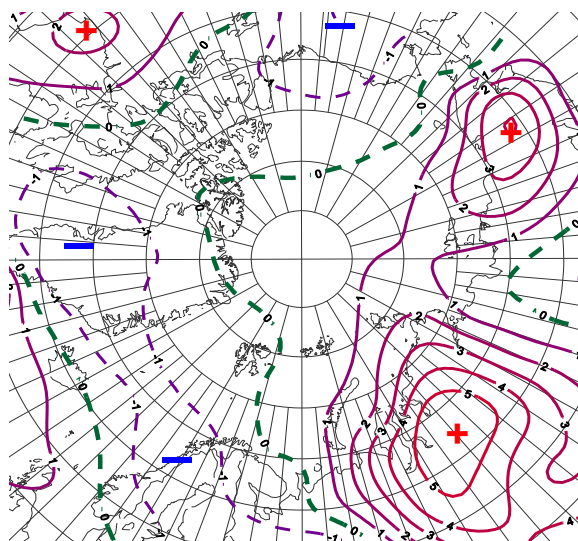


Рис. 1.9. Поле средней месячной приземной аномалии температуры в мае 2022 г., (°С)



В *июне 2022 г.* ЦПВ на изобарической поверхности 500 гПа имел два центра в районах моря Лаптевых и канадского сектора Арктики. Полярный район находился под влиянием высотного гребня, под которым в приземном поле сформировался антициклон.

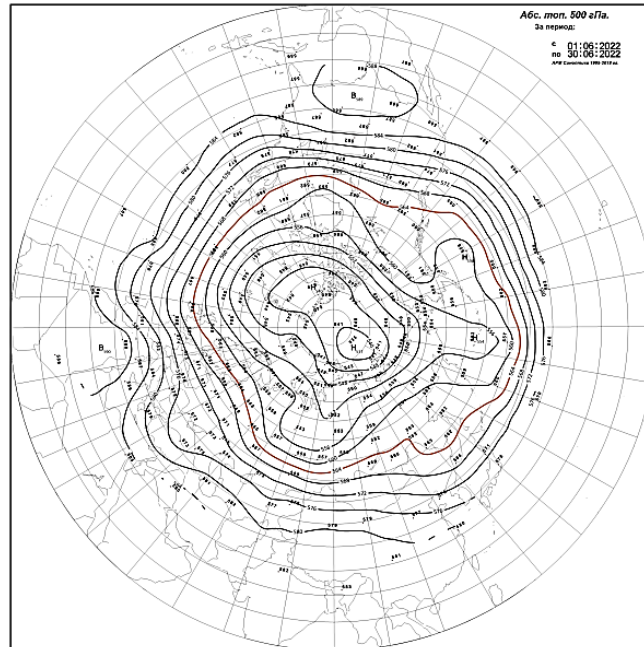


Рис. 1.10. Поле среднего геопотенциала (дам) изобарической поверхности 500 гПа в **июне 2022 г.**

В *первом секторе* под влиянием устойчивого континентального антициклона выходы циклонов в полярный район был блокирован. Фон давления повысился до положительных аномалий давления.

При преобладании воздушных потоков юго-восточных направлений с отходами к северо-востоку в большинстве районов преобладал фон температуры выше нормы. Наиболее высокие положительные аномалии до 1 – 2 °С отмечались в Баренцевом и Норвежском морях.

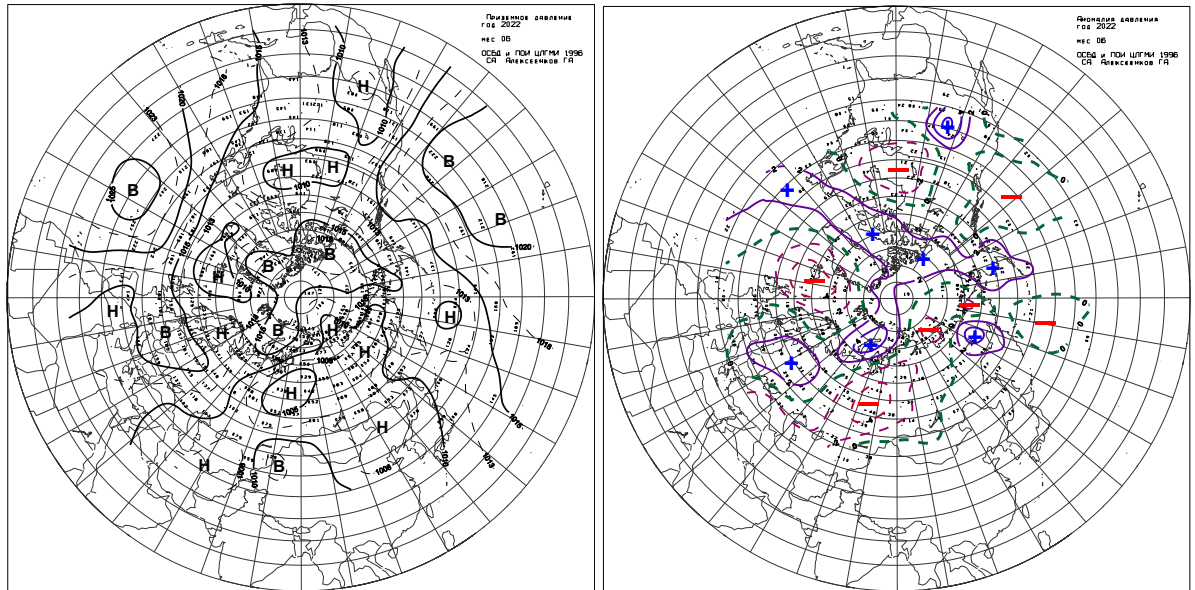


Рисунок 1.11. Поле среднего приземного давления (слева) и его аномалии (справа) в июне 2022 г. (гПа)

Во *втором секторе* направленность крупномасштабных атмосферных процессов типа M_1 сохранилась. Над Тихим океаном сформировался устойчивый антициклон. Вследствие этого циклоны в системе алеутского минимума смещались по сравнению с нормой по высокоширотным траекториям через Аляску и далее на Америку. При преобладающих воздушных потоках северо-западных направлений в тыловой части проходящих циклонов преобладала адвекцию холодных воздушных масс и отрицательные аномалии температуры (см. рис 1.12).

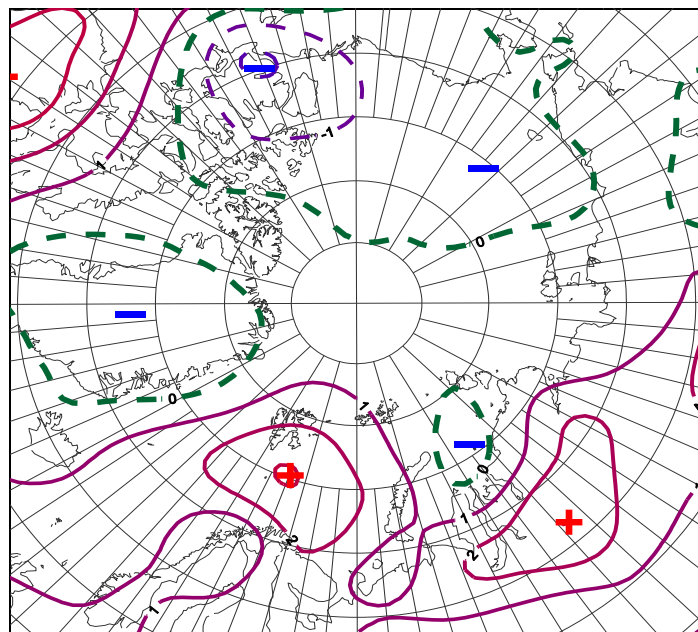


Рис. 1.12. Поле средней месячной приземной аномалии температуры в июне 2022 г., (°C)



Проведенный анализ развития и перестроек атмосферных процессов показал, что основным отличием с прошлым 2021 г., явилось понижение температурного фона в целом по полярному району Арктики. По сравнению со вторым кварталом прошлого года в этом году фон *температуры* понизился на 1,1 °С.

На рисунке 13 приводятся фоновые средние за второй квартал 2022 г. значения аномалий температуры для акваторий морей российской Арктики в сравнение со вторым кварталом прошлого 2021 г.

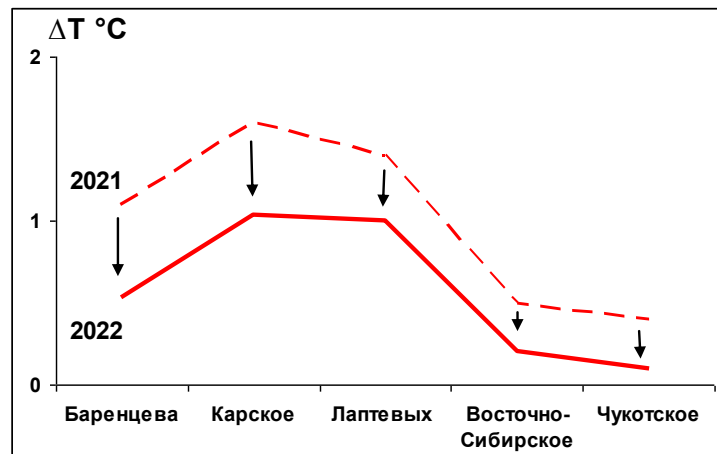


Рис. 1.13. Средние за второй квартал значения аномалий температуры воздуха (°С) для акваторий морей российской Арктики в 2022 и 2021 гг.

Во втором квартале 2022 г. в морях на трассе СМП наиболее аномально высокая температура сформировалась в Карском и Лаптевых морях, а наиболее низкая – в Чукотском и Восточно-Сибирском морях.

По сравнению со вторым кварталом прошлого года наибольшее понижение температуры в этом году отмечалось в Карском море (рис. 1.13).

В среднем по акватории всех морей фон температуры понизился на 0,4 °С, но сохранился выше нормы.

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

Анализ показал, что для каждого месяца характерна большая повторяемость перестройки процессов. Переходы от одного ЭСП к другому сопровождались сменой знака барических полей и направления преобладающих воздушных потоков в полярном районе Арктики и были обусловлены крупномасштабной перестройкой разновидностей



атмосферных процессов в двух секторах Северного полушария. Основные разновидности основных форм циркуляции в атлантико-евразийском секторе полушария с типами циркуляции в тихоокеано-американском секторе полушария для каждого ЭСП с апреля по июнь 2022 г. представлены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

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

Апрель 2022			Май 2022			Июнь 2022		
ЭСП	А—Е	Т—А	ЭСП	А—Е	Т—А	ЭСП	А—Е	Т—А
1—4	<i>C</i>	<i>3</i>	1—5	<i>C</i>	<i>M₂</i>	1—2	<i>E</i>	<i>M₂</i>
5—7	<i>W</i>	<i>M₂</i>	6—7	<i>E</i>	<i>M₁</i>	3—7	<i>C</i>	<i>3</i>
8—12	<i>C</i>	<i>M₁</i>	8—9	<i>C</i>	<i>M₁</i>	8—14	<i>E</i>	<i>M₁</i>
13—17	<i>E</i>	<i>M₂</i>	10—11	<i>E</i>	<i>M₁</i>	15—17	<i>C</i>	<i>M₁</i>
18—22	<i>E</i>	<i>M₂</i>	12—14	<i>W</i>	<i>M₂</i>	18—20	<i>W</i>	<i>M₁</i>
23—30	<i>C</i>	<i>M₁</i>	15—23	<i>C</i>	<i>M₂</i>	21—24	<i>E</i>	<i>M₁</i>
			24—25	<i>E</i>	<i>M₁</i>	25—30	<i>E</i>	<i>M₁</i>
			26—31	<i>E</i>	<i>M₁</i>			
Итого	<i>W 3 (-6)</i> <i>C 17 (9)</i> <i>E 10 (-3)</i>	<i>3 4 (-5)</i> <i>M₁ 8 (5)</i> <i>M₂ 13 (0)</i>	Итого	<i>W 3 (-6)</i> <i>C 16 (6)</i> <i>E 12 (0)</i>	<i>3 0 (-11)</i> <i>M₁ 14 (5)</i> <i>M₂ 17 6-3)</i>	Итого	<i>W 3(-7)</i> <i>C 8 (-3)</i> <i>E 19 (10)</i>	<i>3 5 (-3)</i> <i>M₁ 23 (7)</i> <i>M₂ 2 (-4)</i>

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 2022 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 2022 г., по сравнению со вторым кварталом 2020 г., имели существенные отличия.
2. В первом секторе в апреле и мае преобладали меридиональные процессы. В дальнейшем произошла кардинальная перестройка в направленности крупномасштабных атмосферных процессов к устойчивой повторяемости восточной формы циркуляции.
3. Во втором секторе наиболее высокую повторяемость имели меридиональные процессы типа *M₁*.
4. В апреле и июне под влиянием арктического антициклона фон давления в



полярном районе сформировался выше нормы. Наиболее активная циклоническая деятельность наблюдалась в мае с понижением фона давления до отрицательных аномалий.

5. В среднем за период апрель-июнь 2022 г. над полярным районом преобладала адвекция теплых воздушных масс и положительные аномалии температуры воздуха. По сравнению со вторым кварталом прошлого года в этом году *фон температуры* в полярном районе понизился на 1,1 °С.
6. Во втором квартале 2022 г. в морях на трассе СМП наиболее аномально высокая температура сформировалась в Карском море, а наиболее низкая – в Восточно-Сибирском и Чукотском морях. По сравнению со вторым кварталом прошлого года наибольшее понижение температуры в этом году отмечалось в Карском море. В среднем по акватории всех морей фон температуры понизился на 0,4 °С.



2 Ледовые условия и процессы в Северном Ледовитом океане и его морях в апреле-июне 2022 г.

2.1 Развитие ледовых условий за период апрель-июнь

Оценки особенностей развития ледовых условий в апреле — июне 2022г. получены по данным государственной наблюдательской сети, центров приема спутниковой информации Росгидромета, данным экспедиционных исследований, проводимых в ФГБУ «ААНИИ» в апреле-июне 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 СИГРИД-3 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 2021 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.

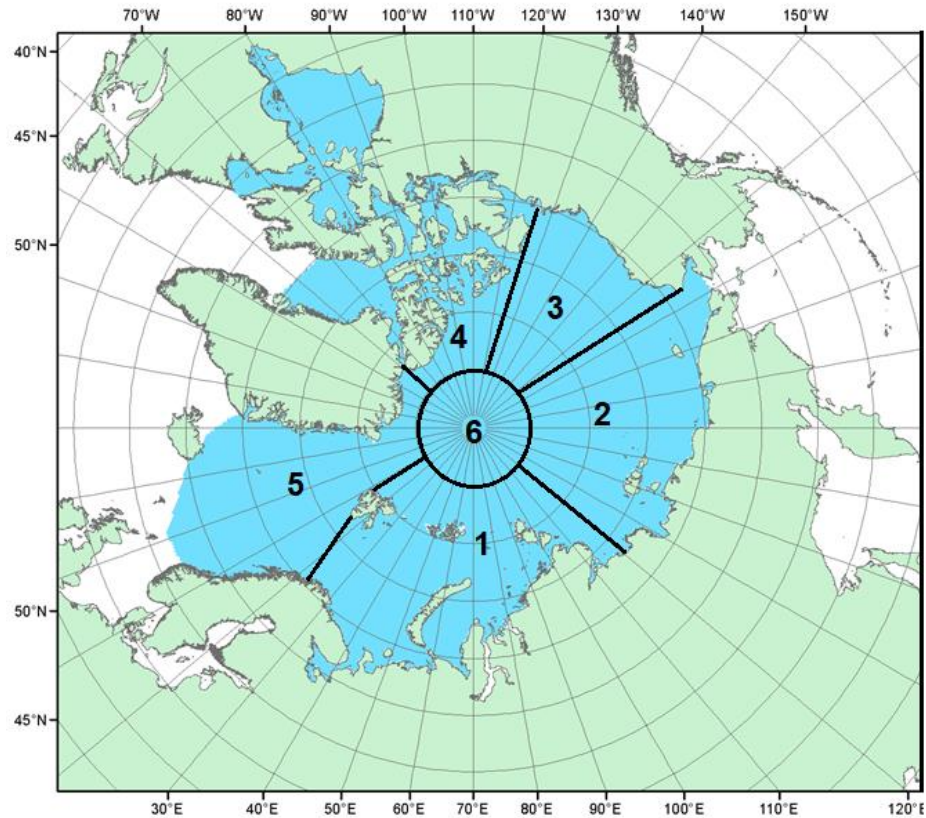


Рис. 2.1.1. Районы Северного Ледовитого океана

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

Развитие ледовых условий в течение зимнего сезона 2022 г. проходило на фоне устойчивой адвекции теплых воздушных масс и положительных аномалий температуры воздуха в Арктике. В среднем, за первый квартал 2022 г. фон температуры над полярным районом оставался аномально высоким, выше нормы на 4,3 °С. В морях на трассе СМП наиболее высокие положительные аномалии температуры сформировались в морях Карском и Лаптевых, а наиболее низкие — в Восточно-Сибирском и Чукотском морях.

В конце первого квартала 2022 г. в СЛО и его морях сложилась следующая ледовая обстановка.

Однолетних толстых льдов не наблюдалось в морях Баренцевом, Карском и Лаптевых. В западном районе российского сектора СЛО зона однолетних толстых льдов наблюдалась в виде неширокой полосы (100 — 150 км), расположенной южнее океанического массива старых льдов. В морях Восточно-Сибирском, Чукотском и Бофорта в течение марта произошел полный переход однолетних льдов в возрастную градацию однолетних толстых. Подобная ситуация, когда в марте в части российских арктических морей еще не наблюдается преобладание однолетних толстых льдов,



является достаточно необычной и свидетельствует о медленном нарастании толщины ледяного покрова.

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

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

По данным полярных станций в течение зимних месяцев сформировались отрицательные аномалии толщины льда 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 вокруг архипелага 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.

Старые льды располагались в приполюсном районе, а также в гренландском и канадском секторах Арктики. В границах российских арктических морей старых льдов не наблюдалось. Площадь старых льдов на акватории СЛО составляла около 35% от общей площади льдов. Остальные льды были представлены однолетними и молодыми льдами.

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 2022 г. составило 11,62 млн. км², что на 2,6% меньше среднего многолетнего значения за длинный ряд наблюдений (с 1978 г.). Количество льдов, наблюдавшееся в СЛО в конце марта 2022 г., оказалось близким по величине к среднему значению за десятилетний период 2012 – 2022 гг. Однако при площади ледяного покрова



приближающейся к норме, его толщина была меньше средней многолетней, характерной для конца марта, о чем свидетельствует количество льдов различного возраста.

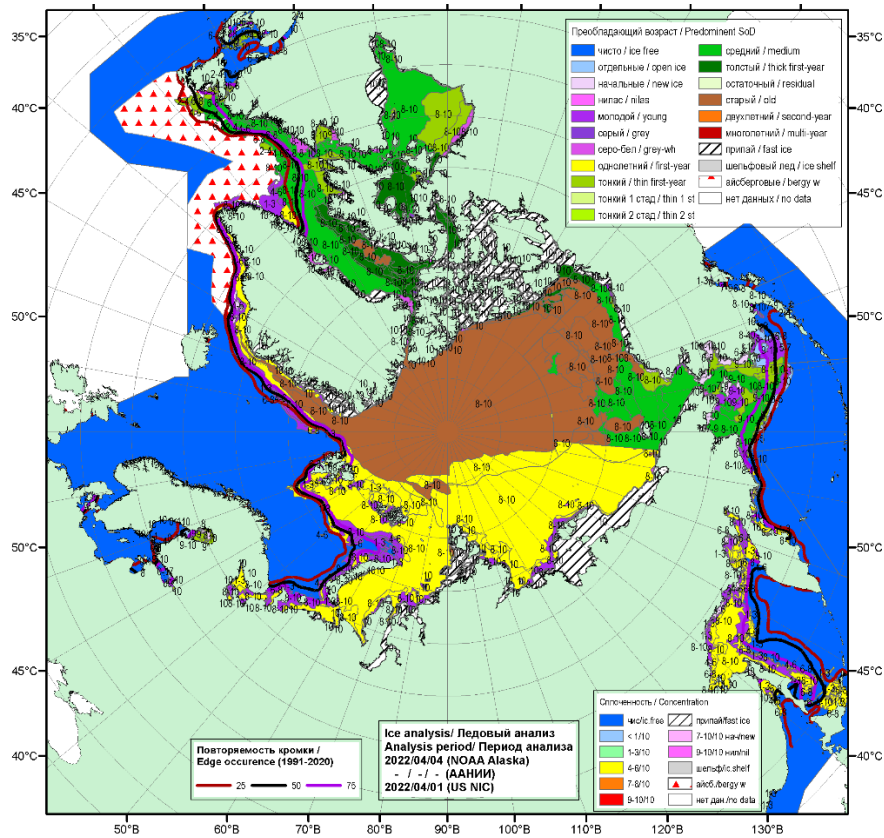


Рис. 2.1.2. Обзорная ледовая карта СЛО по возрасту льда за 01 – 04 апреля 2022 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

Распределение ледяного покрова по возрастным грациям и по сплоченности, а также поля среднемесячного дрейфа за каждый месяц за период апрель — июнь 2022 г. приведены на рисунках 2.1.3 — 2.1.11.

В апреле наблюдалось дальнейшее развитие ледяного покрова и переход однолетних средних льдов в возрастную грацию однолетних толстых в отдельных районах окраинных арктических морей. Однако на обширных акваториях морей Баренцева, Карского и Лаптевых, сохранялось преобладание однолетних средних и тонких льдов. Процесс нарастания льда в весенний период 2021 г. в морях западного района российского сектора Арктики происходил со значительным запаздыванием по сравнению с нормой.

В восточном районе российского сектора Арктики, в морях Восточно-Сибирском, Чукотском и Бофорта преобладал однолетний толстый лед.

Заприпайные полыньи в арктических морях были развиты слабо. Они отмечались только в восточных частях морей Карского и Лаптевых. В связи с этим молодых льдов



(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 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 восточной части Восточно-Сибирского моря 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).

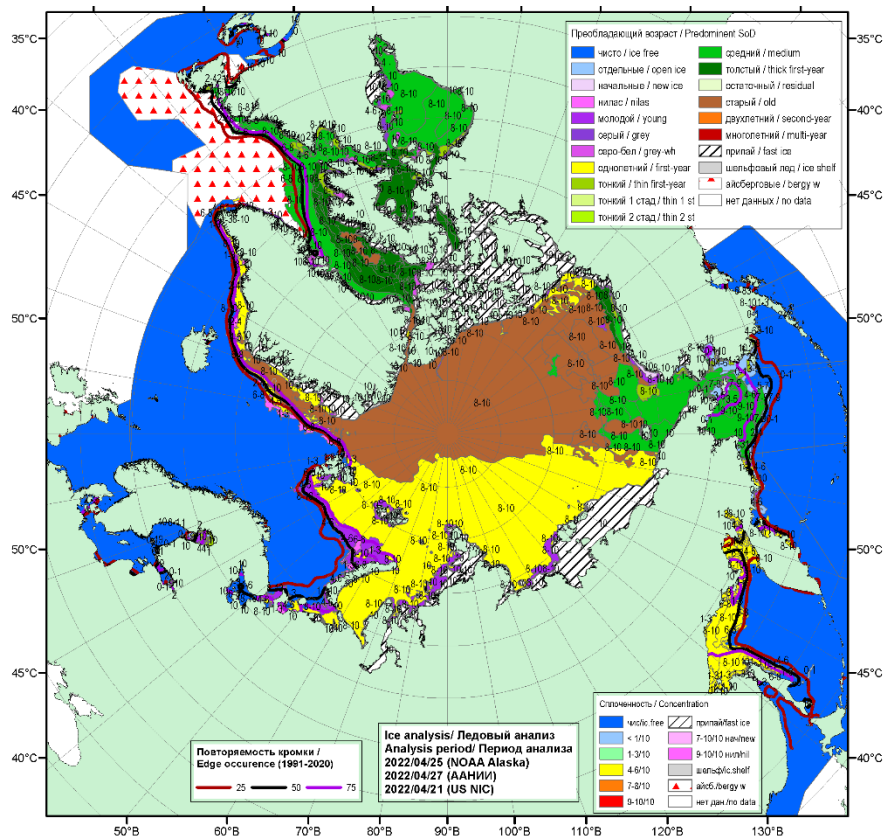


Рис. 2.1.3. Обзорная ледовая карта СЛО по возрасту льда за 21-27 апреля 2022 г., составленная на основе ледового анализа АНИИ, КЛС и НЛЦ США

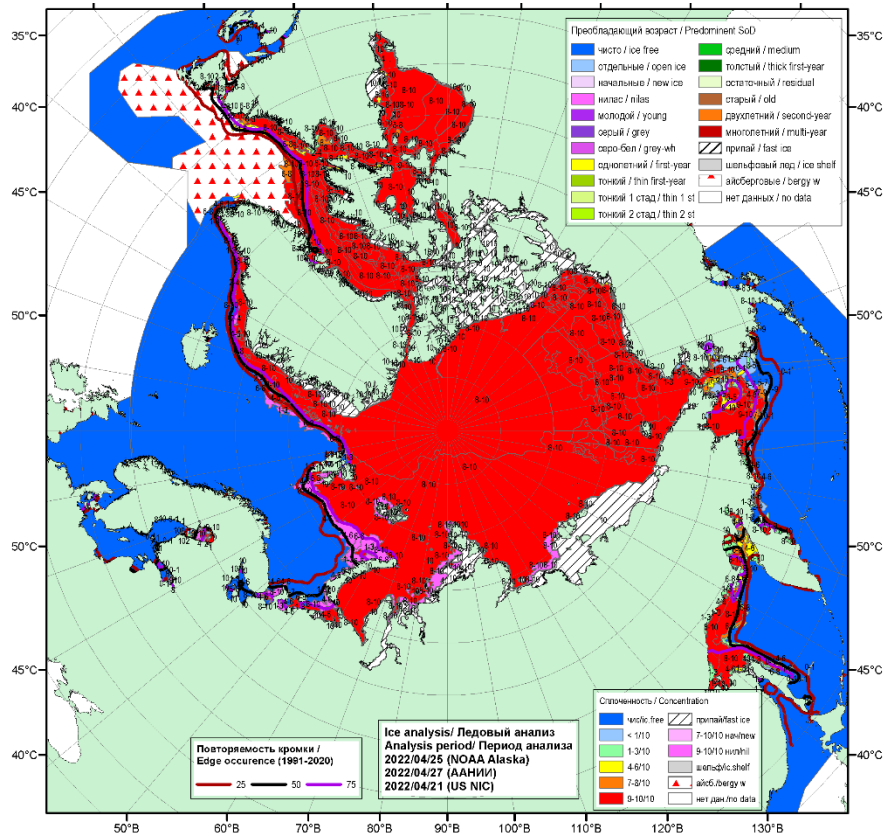


Рис. 2.1.4. Обзорная ледовая карта СЛО по сплоченности льда за 21–27 апреля 2022 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

Из основных структур дрейфа льда в СЛО был хорошо развит Трансарктический перенос льдов и крайне слабо был развит Канадский антициклонический круговорот.

Стрежень Трансарктического переноса льдов был сильно смещен к западу. Перенос начинался от северной границы моря Лаптевых проходил через приполюсный район и выносил льды непосредственно в пролив Фрама. Скорость дрейфа льдов в Трансарктическом переносе составляла 5 – 10 км/сутки. На подходах к проливу Фрама и в самом проливе скорости дрейфа льда возрастали до 10 – 15 км/сут. Канадский антициклонический круговорот, хотя и наблюдался на обширной акватории от полюса до канадского и аляскинского побережий, 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 5 км/сут, а у побережья островов Канадского арктического архипелага значительно меньше 5 км/сут (рис. 2.1.5).

Скорость дрейфа льда за апрель 2022

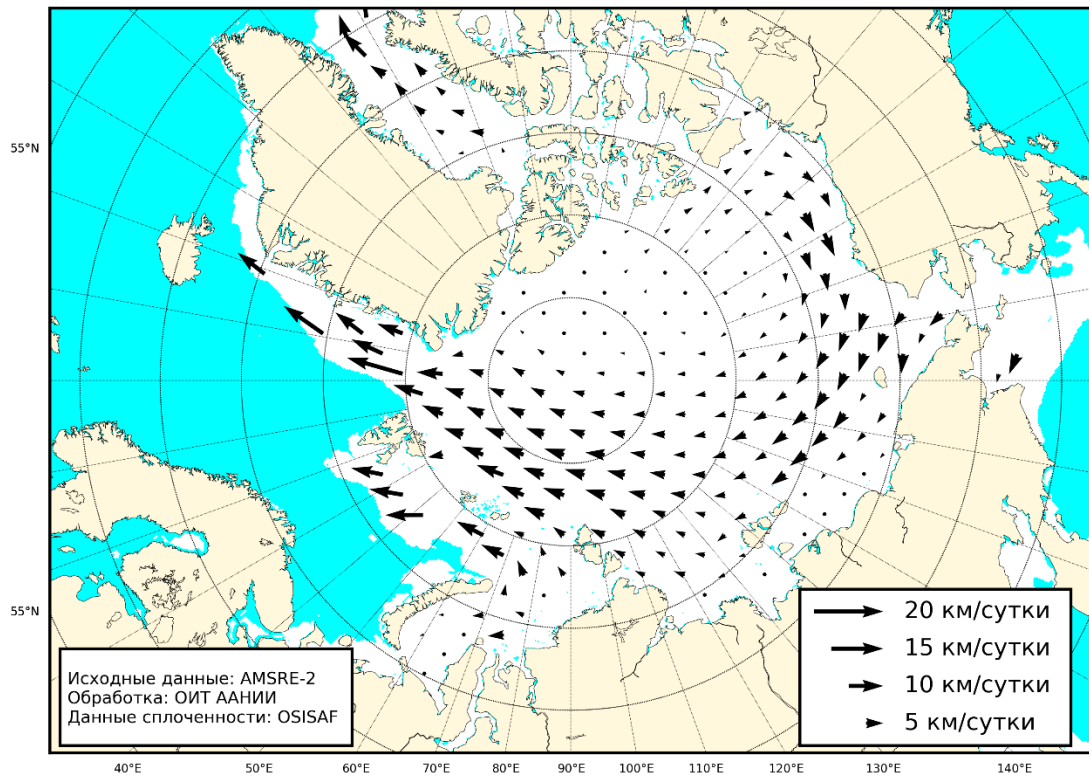


Рис. 2.1.5. Поле скорости фактического дрейфа морского льда в апреле 2022 г., восстановленное на основе корреляционного анализа спутниковых изображений льда в микроволновом диапазоне

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 60% от общего количества льда. Около 35% 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 (рис. 2.1.6).

Припай был развит слабо в морях западного района российского сектора Арктики и значительно 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 (рис. 2.1.7).

В поле сплоченности ледяного покрова хорошо проявились зоны разрывов в морях Гренландском, Баренцевом и Бофорта, а также зоны заприпайных полыней в западной части моря Лаптевых. Однако обширного развития заприпайных полыней в арктических морях не наблюдалось. В мае 2022 года в арктических морях не произошло формирования крупных очагов очищения, которые были характерны для развития ледовых условий в предыдущие годы (рис. 2.1.7).

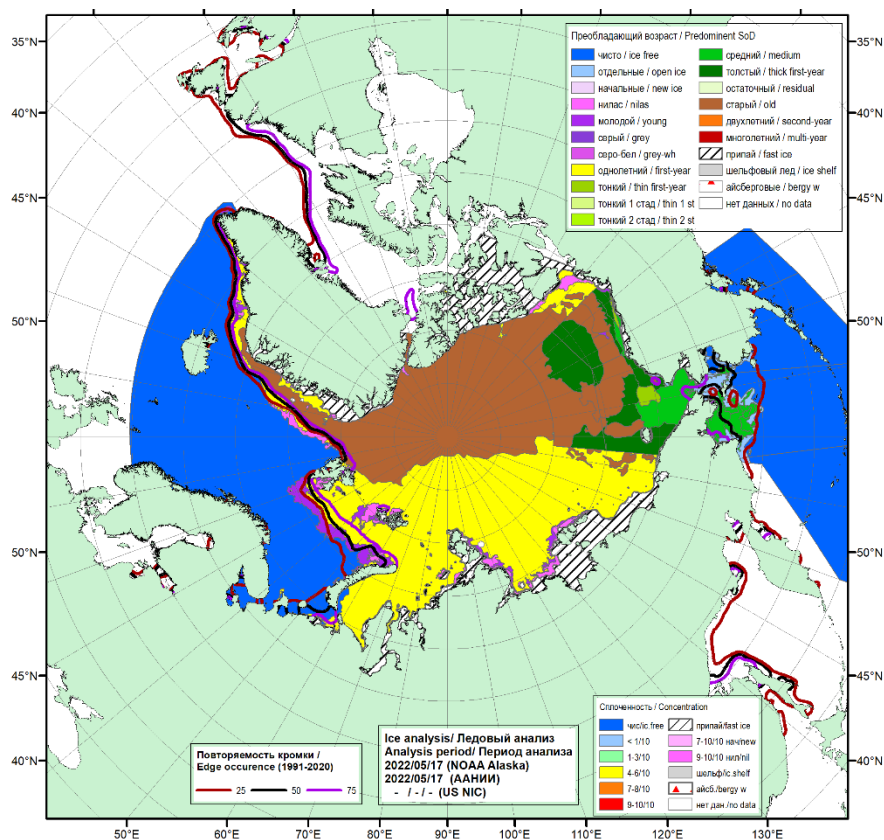


Рис. 2.1.6. Обзорная ледовая карта СЛО по сплоченности за 10-17 мая 2022 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

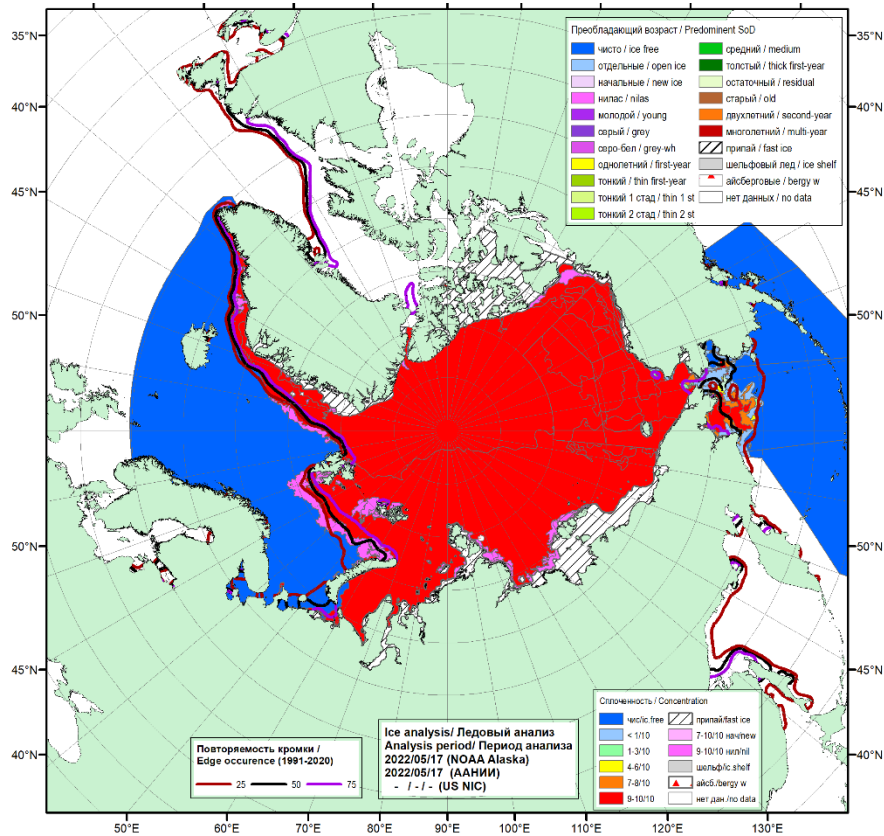


Рис. 2.1.7. Обзорная ледовая карта СЛО по сплоченности льда за 10–17 мая 2022 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

В мае в поле дрейфа больших изменений не произошло. Трансарктический перенос, который был хорошо развит в апреле, значительно ослабел и его стрежень сместился в приполюсный район. Скорость дрейфа уменьшилась до 5 км/сут, и увеличивалась при входе в пролив Фрама и в самом проливе до 10 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 2022 г., восстановленное на основе корреляционного анализа спутниковых изображений льда в микроволновом диапазоне

В весенний период интенсивность нарастания толщины льда была близка к норме во всех морях российского сектора Арктики, что привело к сокращению отрицательных аномалий толщины льда, сформировавшихся в зимние месяцы. В Карском море наблюдалось уменьшение отрицательной аномалии с 20 – 40 см до 15 – 30 см. В районах побережья в восточных морях — побережье моря Лаптевых, район Новосибирских островов, Восточно-Сибирского море, толщина льда по данным полярных станций приблизилась к среднееголетним значениям.

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

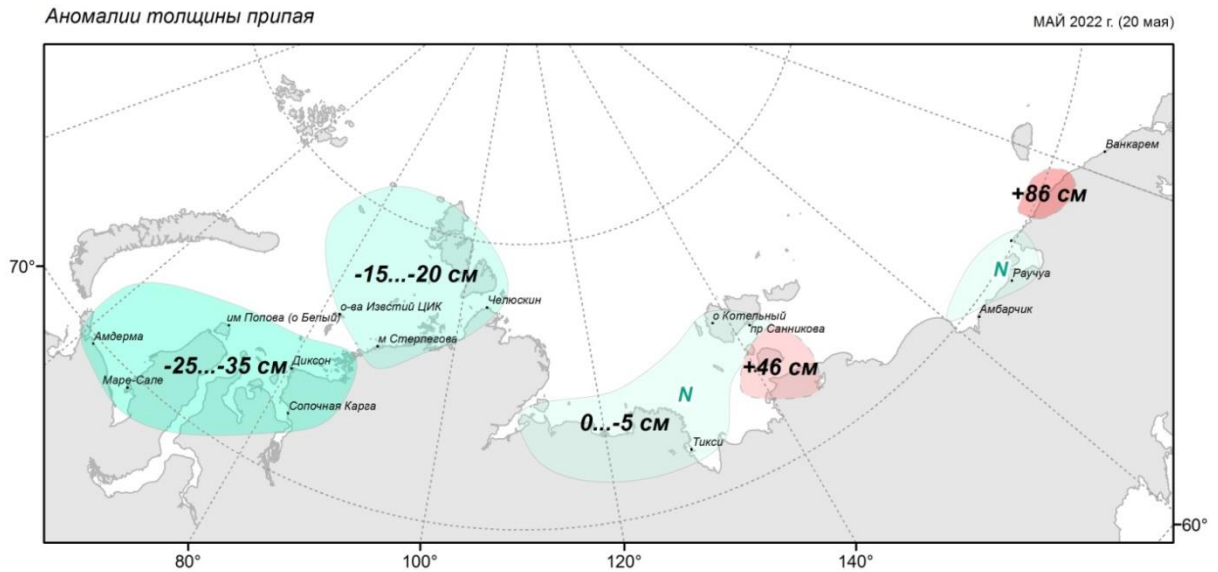


Рис. 2.1.9. Аномалии толщины льда в морях российских секторов Арктики по данным полярных станций на период максимального нарастания в 2022 г. (конец мая)

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

В некоторых районах российских арктических морях сформировались крупные отрицательные аномалии ледовитости. В третьей декаде июня аномалии ледовитости в морях составили: в Баренцевом — 20%, в юго-западной части Карского — 51%, в восточной части Лаптевых — 22%, в западной части Восточно-Сибирского моря — 6%.

Наблюдалось аномально большое отступление границы дрейфующих льдов в Баренцевом море и в восточной части моря Лаптевых. 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 (рис. 2.1.10).

Наблюдалось начало разрушение припая в проливе Вилькицкого, в западной части моря Лаптевых и среди островов Канадского арктического архипелага. Припай в районе Новосибирских островов и между островами Канадского арктического архипелага в течение июня сохранялся (рис. 2.1.10).

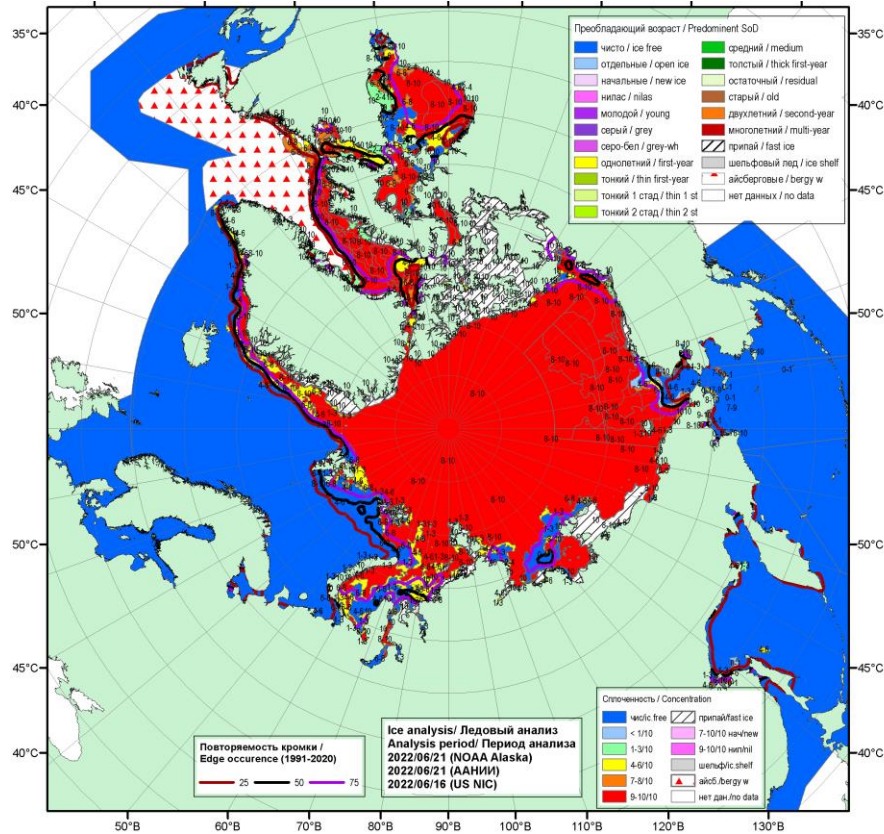


Рис. 2.1.10. Обзорная ледовая карта СЛО по сплоченности льда за 16–21 июня 2022 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

В возрастном составе льда на начало активного таяния и разрушения льдов преобладали однолетние толстые 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 восточная часть и заприпайный район в море Лаптевых и район, прилегающий к Берингову проливу в Чукотском море (рис. 2.1.11).

В июне в поле дрейфа льда в СЛО наблюдалось определенные изменения и развитие нескольких крупномасштабных структур дрейфа.

Произошедшие масштабные изменения в циркуляции атмосферы привели к формированию двух масштабных структур дрейфа — обширного циклонического круговорота в приполюсном районе с центром к северу от северной границы моря

Лаптевых и менее развитого Канадского антициклонического круговорота, который был смещен в море Бофорта.

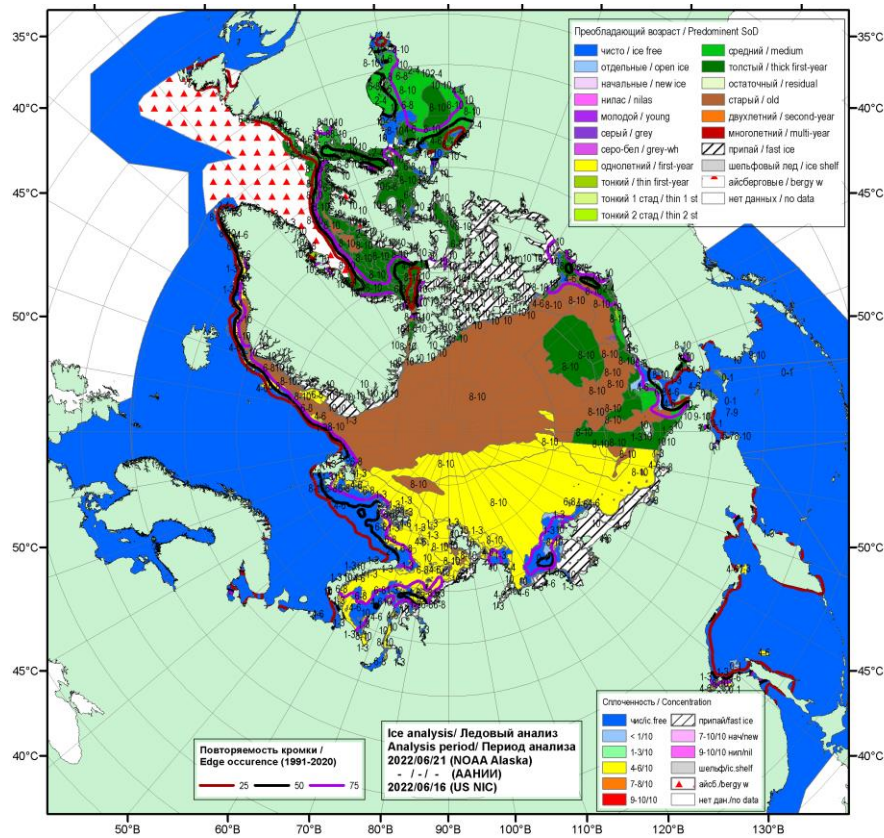


Рис. 2.1.11. Обзорная ледовая карта СЛО по возрасту за 16-21 июня 2022 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

Сформировавшийся циклонический вихрь охватывал обширную акваторию в приполюсном районе СЛО. По южной периферии вихря наблюдался дрейф льда из восточной части моря Лаптевых и Восточно-Сибирского, который выносил лед в приполюсный район. По западной периферии вихря лед приносило в северо-восточную часть Карского моря и в западную часть моря Лаптевых. Адвекция льда в эти районы поддерживала в них большую ледовитость и медленное очищение. Скорости дрейфа составляли до 5 км/сут.

Канадский антициклонический круговорот получил менее выраженное развитие и существовал в виде обширного вихря с центром над морем Бофорта. Интенсивность и скорости дрейфа льда в Канадском антициклоническом круговороте были небольшими и составляли менее 5 км/сутки (рис. 2.1.12).

Общее количество льдов в СЛО в конце июня, по оценкам, выполненным в ААНИИ, составила 10504 млн. км², что оказалось на 4,6% меньше среднемноголетнего значения по длинному ряду наблюдений с 1978 — 2021 гг. и близким по величине к

среднему значению за десятилетний период 2011-2021 гг.



Рис. 2.1.12. Поле скорости фактического дрейфа морского льда в июне 2022 г., восстановленное на основе корреляционного анализа спутниковых изображений льда в микроволновом диапазоне

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 – 4,6%, сформировалась главным образом за счет малой ледовитости, наблюдавшейся в секторах 45°W — 95°E (моря Гренландское, Баренцево и Карское) (табл.2.1.1).

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 НУСОМ/СИСЕ Датского метеорологического института приведены на рис. 2.1.13. Как показывает модельный расчет объем накопленного льда в СЛО в июне 2022 г. этот год занимает 4 место в ранге минимумов, превосходя 2017, 2019-2021 гг. и приближаясь к среднему значению за период 2004-2013 гг.



Таблица 2.1.1

Медианные значения ледовитости в Северном Ледовитом океане в конце июня 2022 г. и её аномалии по данным наблюдений SSMR-SSM/I, алгоритм NASATEAM

Район	S, тыс. км ²	Аномалии, тыс. км ² /%						
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2012 — 2022 гг.	1978 — 2022 гг.
Северный Ледовитый океан	10504,6	102,7	171,0	227,7	170,1	74,4	96,0	– 503,0
Сектор 45°W – 95°E (Гренландское — Карское моря)	2572,3	– 108,4	203,1	– 103,8	78,4	– 68,6	11,5	– 409,1
Сектор 95°E – 170°W (моря Лаптевых — Чукотское, Берингово, Охотское)	3339,3	35,7	63,3	49,2	36,7	73,3	– 23,2	– 132,2
Сектор 170°W – 45°W (море Бофорта и Канадская Арктика)	5500,7	379,6	181,1	615,3	179,7	164,7	230,4	66,6

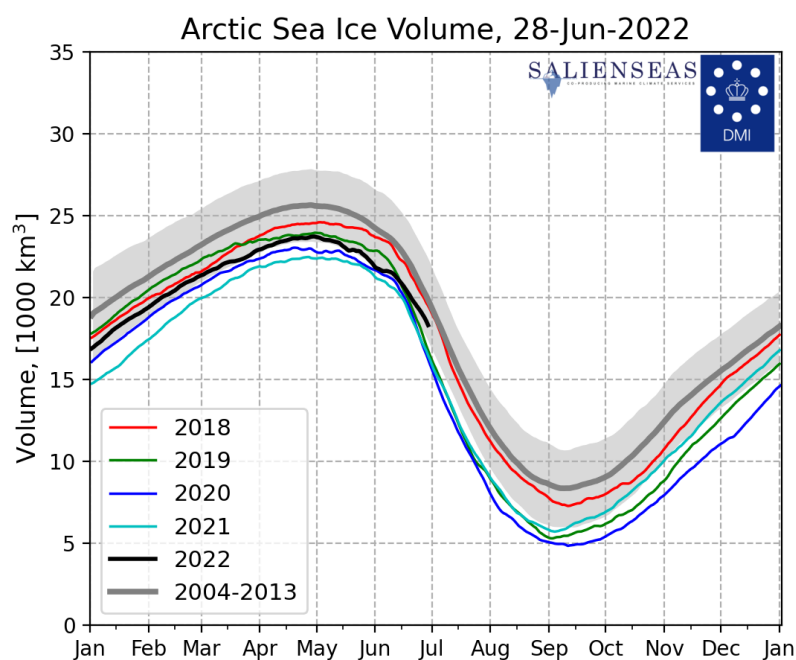


Рисунок 2.1.13 — Ежедневные оценки сезонного хода объема морского льда СЛО на основе расчетов средневзвешенной толщины льда совместной модели морского льда – океана NUSOM/CICE Датского метеорологического института с 01.01.2004 по 28.06.2022 гг.

Ход изменения кривой площади льдов в СЛО и его отдельных секторах представлен на рисунке 2.1.14. 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 кривая переместилась в нижнюю часть пучка реализаций сезонного хода.

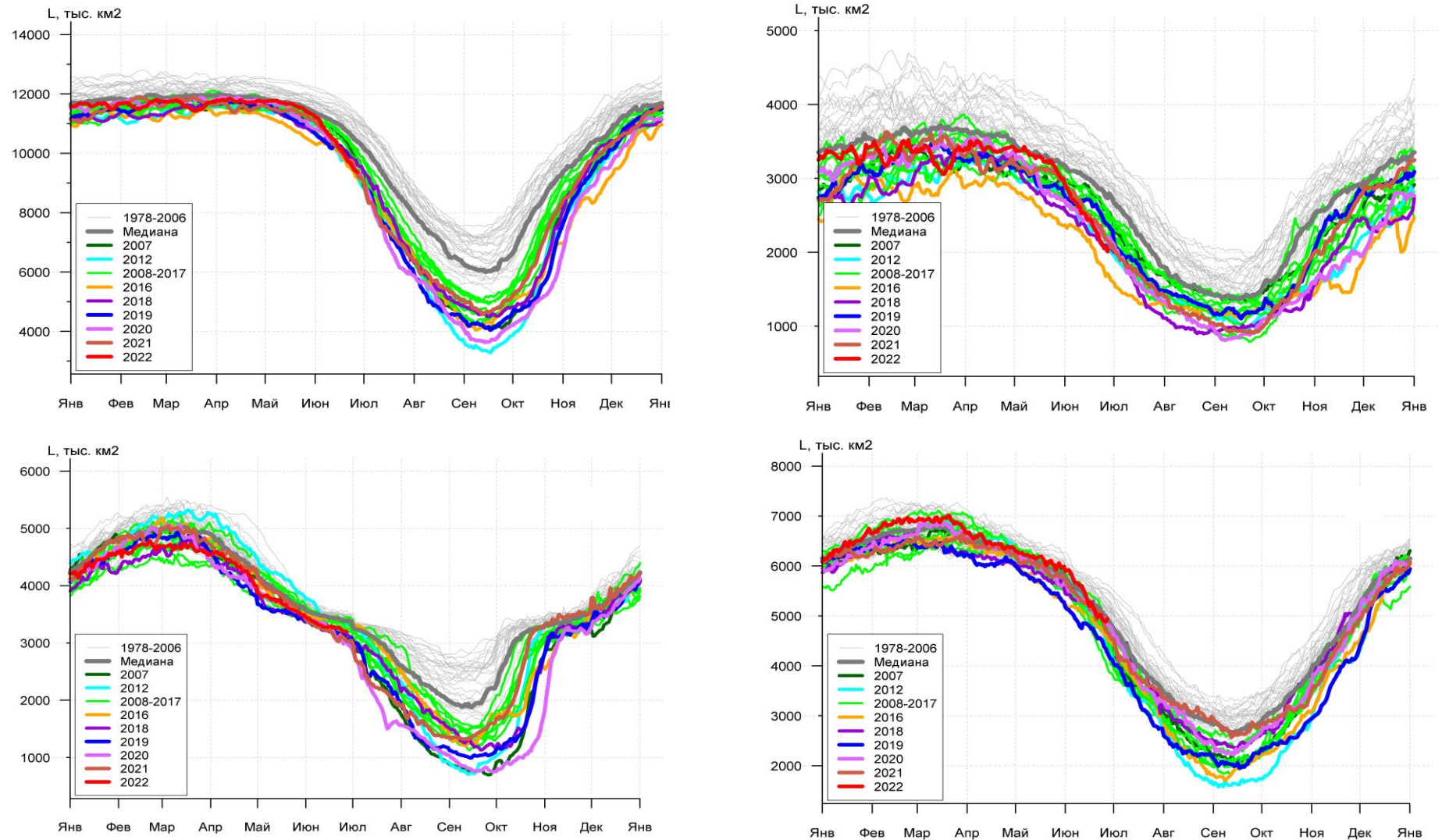


Рис. 2.1.14. Ежедневные оценки сезонного хода ледовитости: а) для Северного Ледовитого океана и меридиональных секторов б) $45^{\circ}\text{W} — 95^{\circ}\text{E}$ (Гренландское — Карское моря), в) $95^{\circ}\text{E} — 170^{\circ}\text{W}$ (моря Лаптевых – Чукотское и Берингово, Охотское) и г) $170^{\circ}\text{W} — 45^{\circ}\text{W}$ (море Бофорта и Канадская Арктика) за период 26.10.1978 — 26.06.2022 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 Таз и Енисей (п. Игарка и п. Дудинка) наблюдалось в январе. В п. Караул наибольшее нарастание наблюдалось в феврале. На реке Оби (п. Салехард) – в марте. Со второй декады января 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 2022 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	72	+9	80	+8	90	+10	91	+1
Таз-Тазовское	88	+20	102	+14	105	+3	112	+7
Енисей-Игарка	80	+11	80	0	80	0	80	0
Енисей-Дудинка	106	+36	119	+13	130	+11	136	+6
Енисей - Караул	74	+19	97	+23	113	+16	119	+6

На устьевых участках рек бассейна Карского моря повсеместно толщина льда на конец апреля отмечалась меньше среднемноголетних значений на 10 – 20 см, кроме реки Енисей (п. Дудинка), где толщина льда наблюдалась на 5 см больше среднего многолетнего значения.

Высота снега на льду в конце апреля отмечена: на р. Таз 36 – 50 см, на р. Енисей от 26 до 70 см. На р. Оби в конце апреля высота снега была 5 – 10 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		
		2022 г.	Средняя	Аномалия
Обь	Салехард	91	101	-10
Таз	Тазовское	112	132	-20
	Игарка	80	96	-16
Енисей	Дудинка	136	131	+5
	Караул	119	134	-15

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 первой декаде мая, а закраины – в начале третьей декады мая. На р. Енисей появление воды на льду и закраин наблюдалось во второй - начале третьей декадах мая. Подвижки льда на реке Оби отмечены в середине второй декады мая, на реке Енисей — с середины второй декады по середину третьей декады мая. На реке Таз подвижки льда не наблюдались. Затопы льда были отмечены на р. Енисей (п. Игарка и п. Дудинка) во второй декаде мая.

Весенний ледоход и очищение ото льда на устьевых участках рек Обь, Енисей и Таз начались раньше среднемноголетних сроков на 4 — 13 дней.

Продолжительность весеннего ледохода на устьевых участках рек Таз, Обь и Енисей составила от 2 до 7 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		
		2022 г.	Средняя	Аномалия, сутки	2022 г.	Средняя	Аномалия, сутки
Обь	Салехард	18.05	24.05	-6	24.05	28.05	-4
Таз	Тазовское	27.05	09.06	-13	29.05	11.06	-13
	Игарка	22.05	27.05	-5	24.05	05.06	-12
Енисей	Дудинка	25.05	03.06	-9	31.05	10.06	-10
	Караул	29.05	07.06	-9	05.06	15.06	-10

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 реки Оби наблюдалось в феврале, реки Енисей – 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 2022 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	91	+28	129	+38	144	+15	149	+5
Енисейский залив-Сопочная Карга	97	+26	111	+14	123	+12	133	+10

Толщина льда в конце апреля на устьевом взморье реки Оби отмечена больше среднемноголетнего значения на 8 см, а на устьевом взморье р. Енисей меньше среднемноголетнего на 30 см.

Высота снега на льду в конце апреля составила 22 см в п. Новый Порт и 46 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, см

Устьевое взморье	Пункт	Толщина льда на конец апреля, см		
		2022 г.	Средняя	Аномалия
Обская губа	Новый Порт	149	141	+8
Енисейский залив	Сопочная Карга	133	163	-30

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 8 — 22 дня.

Продолжительность ледохода в Обской губе и в Енисейском заливе составила 2 — 5 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 2022 г.

Устьевое взморье	Пункт	Ледовая фаза	Дата		
			2022 г.	Средняя	Аномалия, сутки
Обская губа	Новый Порт	Взлом припая	02.06	18.06	- 16
Обская губа	Новый Порт	Очищение ото льда	04.06	26.06	- 22
Енисейский залив	Сопочная Карга	Взлом припая	11.06	19.06	- 8
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	120	+33	142	+22	-	-	131*	-
Оленек-Тюмети	88	+12	95	+7	102	+7	103	+1
Оленёк-Усть-Оленёк	152	-	160	+8	170	+10	179	+9
Лена-Кюсюр	104	+22	127	+23	156	+29	157	+1
Лена-Хабарово	151	+45	187	+36	199	+12	206	+7
Яна-Юбилейная	106	+24	118	+12	129	+11	135	+6

*-данные за 25 апреля 2022 г.

Толщина льда в конце апреля на устьевых участках рек бассейна моря Лаптевых наблюдалась значительно ниже среднемноголетних значений на 11 — 33 см.



Высота снега на льду в конце апреля на реке Оленек составила 21 – 25 см, на Хатанге — 26 – 35 см, на реке Яне — 36 – 50 см. В устьевой части реки Лены (п. Хабарово) высота снега наблюдалась < 5 см, а в п. Кюсюр — 21 – 25 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		
		2022 г.	Средняя	Аномалия
Хатанга	Хатанга	131*	151	– 20*
Оленёк	Тюмети	103	136	– 33
	Усть-Оленёк	179	190	– 11
Лена	Кюсюр	157	173	– 16
	Хабарово	206	224	– 18
Яна	Юбилейная	135	150	– 15

*-данные за 25 апреля 2022 г.

На устьевых участках рек бассейна моря Лаптевых появление воды на льду наблюдалось в третьей декаде мая, кроме реки Хатанги, где появление воды на льду отмечено во второй декаде мая.

Закраины отмечены в третьей декаде мая, кроме рек Хатанга, Яна и Оленёк, где 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) в третьей декаде мая процесс вскрытия сопровождался образованием заторов.

Начало весеннего ледохода и очищения на реках Хатанга и Оленек происходило раньше среднемноголетних сроков на 3 — 13 дней. На реке Лене — близко к среднемноголетним срокам. На р. Яне – в сроки, соответствующие средним многолетним датам. Продолжительность ледохода на реках составила: Хатанга - 3 дня, Оленек от 1 до 4 дней, Лена от 3 до 8 дней, Яна — 8 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		
		2022 г.	Средняя	Аномалия, сутки	2022 г.	Средняя	Аномалия, сутки
Хатанга	Хатанга	31.05	11.06	-11	03.06	16.06	-13
Оленёк	Тюмети	27.05	01.06	-5	31.05	11.06	-11
	Усть-Оленёк	12.06	15.06	-3	13.06	19.06	-6
Лена	Кюсюр	01.06	31.05	+1	09.06	08.06	+1
	Хабарово	05.06	06.06	-1	08.06	12.06	-4
Яна	Юбилейная	28.05	28.05	0	05.06	05.06	0

Восточно-Сибирское море

Максимальное нарастание толщины льда в устьевых участках рек бассейна Восточно-Сибирского моря по имеющимся данным наблюдалось: на реке Индигирке – в январе, на реке Колыме – в феврале.

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 2022 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	134	+35	151	+17	164	+13	168	+4
Колыма-Колымское	76	-	111	+35	113	+2	112	-1
Колыма-Черский	80	+12	103	+23	113	+10	115	+2

Толщины льда в конце апреля на устьевом участке реки Колымы наблюдались меньше среднемноголетних значений на 13 — 28 см. На реке Индигирке — больше средних значений на 5 см. Высота снега на реке Индигирке составила 11 - 15 см, на реке Колыме — 26 – 35 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		
		2022 г.	Средняя	Аномалия
Индигирка	Чокурдах	168	163	+5
Колыма	Колымское	112	140	-28
Колыма	Черский	115	128	-13

Вода на льду на устьевых участках рек бассейна Восточно-Сибирского моря была отмечена в первой и третьей 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. В пункте Чокурдах подвижки отмечены 1 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 1 – 7 дней. Продолжительность ледохода составила 2 – 6 дней.

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		
		2022 г.	Средняя	Аномалия, сутки	2022 г.	Средняя	Аномалия, сутки
Индигирка	Чокурдах	05.06	06.06	-1	07.06	09.06	-2
Колыма	Колымское	25.05	29.05	-4	28.05	03.06	-6
Колыма	Черский	25.05	01.06	-7	31.05	06.06	-6



3 Гидрологические и гидрохимические условия Северного Ледовитого океана и его морей в 1 квартале 2021 г.

3.1 Уровень арктических морей

Характеристика особенностей колебаний уровня арктических морей за период с апреля по июнь 2022 года составлена по данным четырехсрочных наблюдений на 11-ти станциях, расположенных в морях Карском и Лаптевых (таблица 3.1.1). В Восточно-Сибирском и Чукотском морях наблюдения за уровнем моря не производились ни на одной из станций.

Таблица 3.1.1

Полярные станции, на которых осуществлялись наблюдения за колебаниями уровня в период апрель - июнь 2022 г.

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

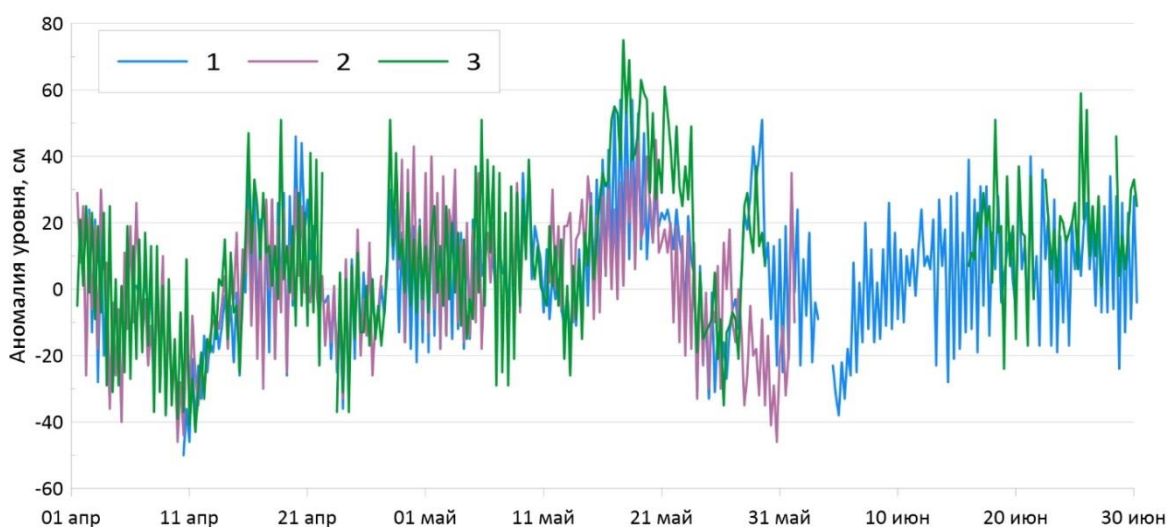


Рис. 3.2.1. Колебания уровня на станциях юго-западной части Карского моря в апреле – июне 2022 г.



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

Таблица 3.1.2

Основные характеристики изменений колебаний уровня на станциях юго-западной части Карского моря в апреле – июне 2022 г.

Станция	Хар-ки	Месяц		
		апрель	май	июнь
им. Е.К. Федорова (мыс Большой Болванский Нос)	h_{cp} (см)	– 3	4	–
	σ_h (см)	20	21	–
	h_{min} (см)	– 46	– 46	–
	Дата	9	30	–
	h_{max} (см)	43	45	–
	Дата	29	18	–
Амдерма	h_{cp} (см)	– 3	9	4
	σ_h (см)	20	20	19
	h_{min} (см)	– 50	– 33	– 38
	Дата	10	24	4
	h_{max} (см)	46	60	40
	Дата	19	17	20
Усть-Кара	h_{cp} (см)	– 1	16	–
	σ_h (см)	22	25	–
	h_{min} (см)	– 43	– 35	–
	Дата	11	25	–
	h_{max} (см)	51	75	–
	Дата	18	17	–

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. 3.1.1, табл. 3.1.2) по данным станций им. Е.К. Фёдорова (мыс Большой Болванский Нос), Амдерма и Усть-Кара в апреле наблюдалось понижение уровня до значений –43 — –50 см, и колебания уровня моря, в основном, происходили на слабо пониженном фоне. В мае высота уровня поверхности была выше среднегодовых значений. На станции Усть-Кара среднемесячный уровень моря составил +16 см, а максимальный — +75 см, на станции Амдерма — +9 и +60 см. На станции им. Е.К. Фёдорова (мыс Большой Болванский Нос) в мае колебания уровня происходили на слабо повышенном фоне (+4 см), а максимальный составил +45 см. В июне регулярные наблюдения за колебаниями уровня производились только на станции Амдерма, и частично — на станции Усть-Кара. По данным станции Амдерма средний уровень моря здесь был равен +4 см, а максимальное значение уровня наблюдалось 20 июня, и составило +40 см.

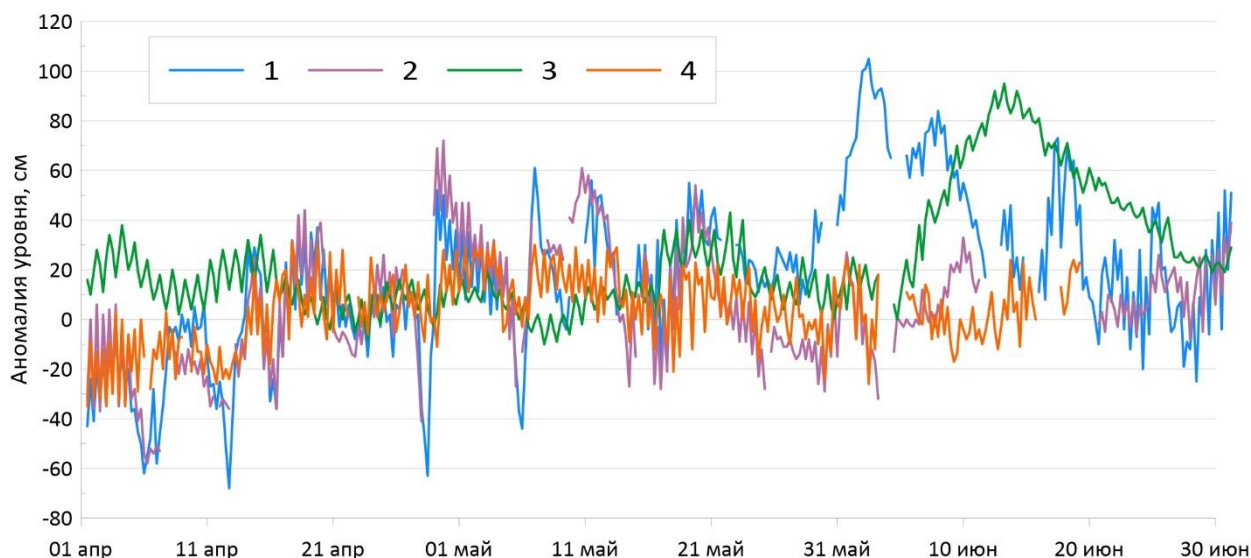


Рис. 3.2.2. Колебания уровня на станциях северо-восточной части Карского моря в апреле – июне 2022 г.

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

Таблица 3.1.3

Основные характеристики изменений колебаний уровня на станциях северо-восточной части Карского моря апреле – июне 2022 г.

Станция	Хар-ки	Месяц		
		апрель	май	июнь
о. Диксон	h_{cp} (см)	13	13	48
	σ_h (см)	9	11	24
	h_{min} (см)	-8	-10	0
	Дата	23	7	4
	h_{max} (см)	38	43	95
	Дата	3	22	12
Сопочная Карга	h_{cp} (см)	-6	22	37
	σ_h (см)	26	20	32
	h_{min} (см)	-68	-44	-25
	Дата	12	5	28
	h_{max} (см)	52	70	105
	Дата	28	31	2
м. Стерлегова	h_{cp} (см)	-3	12	-
	σ_h (см)	28	23	-
	h_{min} (см)	-58	-29	-
	Дата	5	29	-
	h_{max} (см)	72	61	-
	Дата	29	10	-
ГМО им. Е.К. Федорова (м. Челюскина)	h_{cp} (см)	-2	9	-
	σ_h (см)	16	12	-
	h_{min} (см)	-35	-24	-
	Дата	1	29	-
	h_{max} (см)	31	31	-
	Дата	17	3	-

На северо-востоке Карского моря (рис. 3.1.2, табл. 3.1.3) на станциях Мыс Стерлегова, ГМО им. Е.К. Федорова (мыс Челюскина) и Сопочная Карга в апреле



колебания уровня происходили на пониженном фоне. Уровень моря на этих станциях в основном имел значения ниже среднееголетних и опускался до -68 см (Сопочная Карга). На станции о. Диксон, напротив, уровень моря в апреле колебался на повышенном фоне и практически не опускался ниже среднееголетнего значения. В мае на станции о. Диксон средние значения уровня моря по сравнению с апрелем не менялись, тогда как на других станциях произошёл явный подъём уровня моря: на станции Сопочная Карга он поднялся до $+22$ см, на станции м. Стерлегова — до $+12$ см, на станции ГМО им. Е.К. Федорова (мыс Челюскина) — до $+9$ см. В июне постоянные измерения уровня проводились только на станциях о. Диксон и Сопочная Карга. На станции Сопочная Карга необходимо отметить значительный подъём уровня до отметки $+105$ см, который произошёл 2 июня. Это, по-видимому, связано с паводковыми процессами, происходившими на реке Енисей. Спустя 10 дней, 12 июня, сильный подъём уровня моря до отметки $+95$ см произошёл и на станции о. Диксон. В целом, колебания уровня в северо-восточной части Карского моря в июне месяце происходили на повышенном фоне.

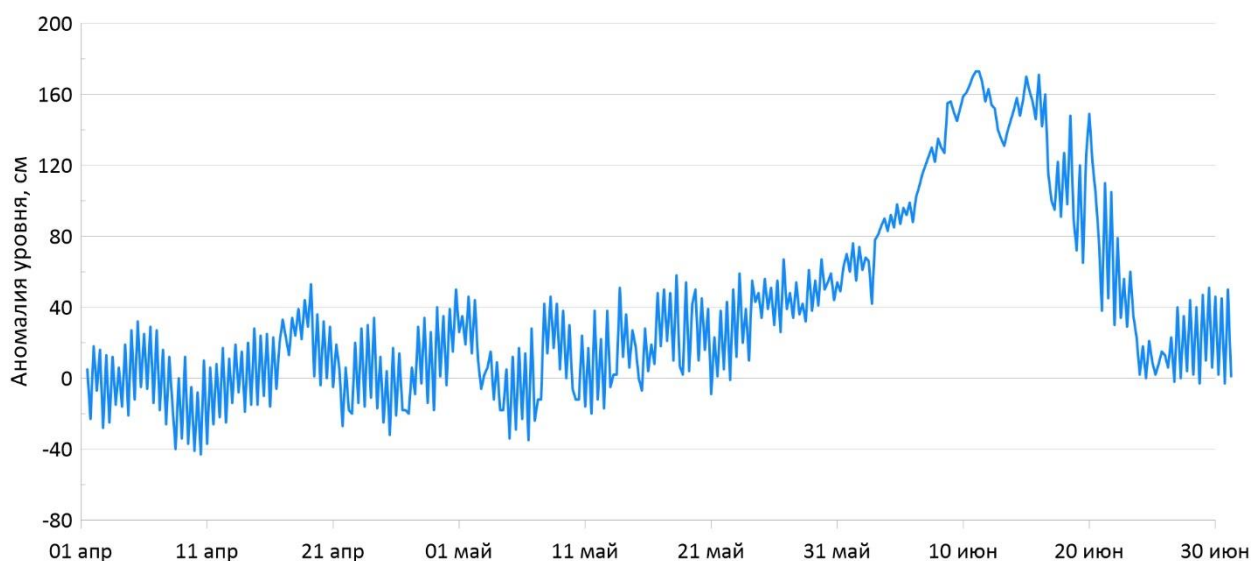


Рис. 3.2.3 Колебания уровня в юго-западной части моря Лаптевых (Анабар) в апреле – июне 2022 г.



Таблица 3.2.4

Основные характеристики изменений колебаний уровня на станциях моря Лаптевых в апреле – июне 2022 г.

Станция	Хар-ки	Месяц		
		апрель	май	июнь
Анабар	h_{cp} (см)	4	24	89
	σ_h (см)	23	26	55
	h_{min} (см)	-43	-35	-3
	Дата	10	6	28
	h_{max} (см)	53	76	173
	Дата	18	31	10
м. Кигилях	h_{cp} (см)	4	5	8
	σ_h (см)	5	5	4
	h_{min} (см)	-6	-6	-1
	Дата	27	1	16
	h_{max} (см)	14	16	16
	Дата	2	16	5
пр. Санникова	h_{cp} (см)	-17	-3	9
	σ_h (см)	15	17	23
	h_{min} (см)	-52	-38	-35
	Дата	8	9	5
	h_{max} (см)	10	27	87
	Дата	23	14	30
о. Котельный	h_{cp} (см)	3	-3	-10
	σ_h (см)	16	20	28
	h_{min} (см)	-25	-45	-62
	Дата	18	21	4
	h_{max} (см)	37	38	72
	Дата	6	2	30

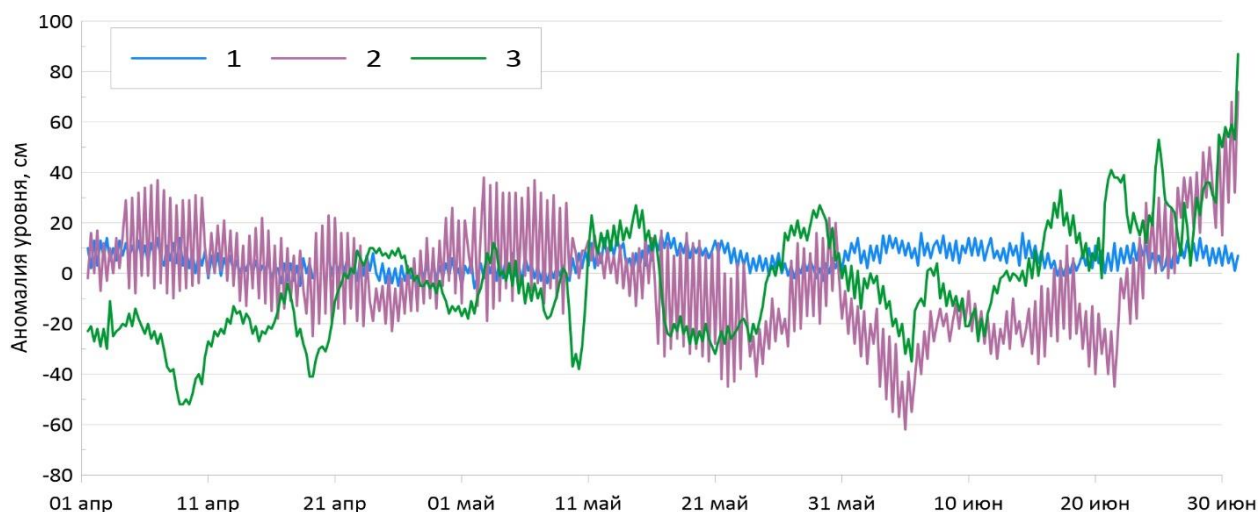


Рис. 3.2.4. Колебания уровня на станциях восточной части моря Лаптевых в апреле – июне 2022 г.

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

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 в основном были выше среднеголетних. В



апреле среднемесечный уровень моря был равен + 4 см. В мае, примерно в третьей декаде, начался постепенный подъем уровня моря, что явно связано с началом паводков на реке Анабар, которые продолжились и в июне, когда уровень моря здесь достиг максимального значения — +173 см. В конце июня уровень моря резко упал, и вернулся к апрельским значениям.

На востоке моря Лаптевых по данным станции пр. Санникова (рис. 3.1.4, табл. 3.1.4) почти в течение всего апреля колебания уровня моря происходили на пониженном фоне. В целом среднемесечные значения уровня в апреле и мае здесь были ниже среднемноголетних. В июне наблюдался постепенный подъем уровня моря, и к концу месяца он был максимален — +87 см.

На станции мыс Кигилях (рис. 3.1.4, табл. 3.1.4) в течение всего периода уровень моря был чуть выше среднемноголетнего. В течение рассматриваемого периода на станции не наблюдалось значительных колебаний уровня.

На станции остров Котельный (рис. 3.1.4, табл. 3.1.4) в апреле колебания уровня происходили на повышенном фоне. В мае и июне стоит отметить явное понижение уровня моря до значений ниже среднемноголетних. Минимальные значения уровня воды наблюдались в начале июня (–62 см). В конце июня, как и на станции пр. Санникова, здесь происходил постепенный подъем уровня до максимального значения +72 см.

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

3.2. Ветровое волнение на акватории арктических морей во 2 квартале 2022 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 2022 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, и Чукотского. Акватория Восточно-Сибирского моря во втором квартале 2022 г. была покрыта льдом. Сведения о распределении высот волн H_s для морей приведены в таблицах 3.2.1–3.2.4.

Баренцево море. Как видно из таблицы 3.4.1, во втором квартале 2022 г. на акватории Баренцева моря в большинстве случаев развивалось волнение в диапазоне высот от 2 до 3 м. Наиболее штормовым месяцем стал апрель, в котором расчетная значительная высота волн на акватории Баренцева моря пять раз превысила 5 м (9, 10, 26, 27 и 28 апреля). Максимальная высота волн (более 5,5 м) была рассчитана 10, 26 и 27 апреля. Самый продолжительный шторм с высотами волн более 5 м был также в апреле, продолжительность шторма составила 3 дня (с 26 по 28 апреля).

Таблица 3.2.1

Повторяемость (число дней) различных градаций высоты волн (H_s) в Баренцевом море во втором квартале 2022 г.

Месяц	Высота волн, м					
	0 — 1	1 — 2	2 — 3	3 — 4	4 — 5	5 — 6
Апрель	–	3	11	7	4	5
Май	–	4	15	12	–	–
Июнь	–	5	19	3	3	–
Итого	–	12	45	22	7	5

На рисунке 3.2.1, в качестве примера, приведено поле ветра и высот волн H_s на акватории Баренцева моря на 06 ч UTC 27 апреля 2022 г.

Карское море стало открываться во второй декаде мая вдоль восточного побережья арх. Новая Земля, в третьей декаде мая оно закрылось, а в конце мая - начале июня стало постепенно открываться у берегов п-ва Ямал. В конце июня область чистой воды занимала значительную часть Карского моря между $70 - 75^\circ$ с.ш.

В таблице 3.2.2 приведены сведения о распределении высот волн H_s на чистой воде для Карского моря во втором квартале 2022 г.

Как видно из табл. 3.2.2 в июне на акватории Карского моря в большинстве случаев развивалось волнение в диапазоне высот волн до 2 м. Максимальная расчетная высота волны (более 2,5 м) была рассчитана 28 июня на 00 и 06 ч UTC.

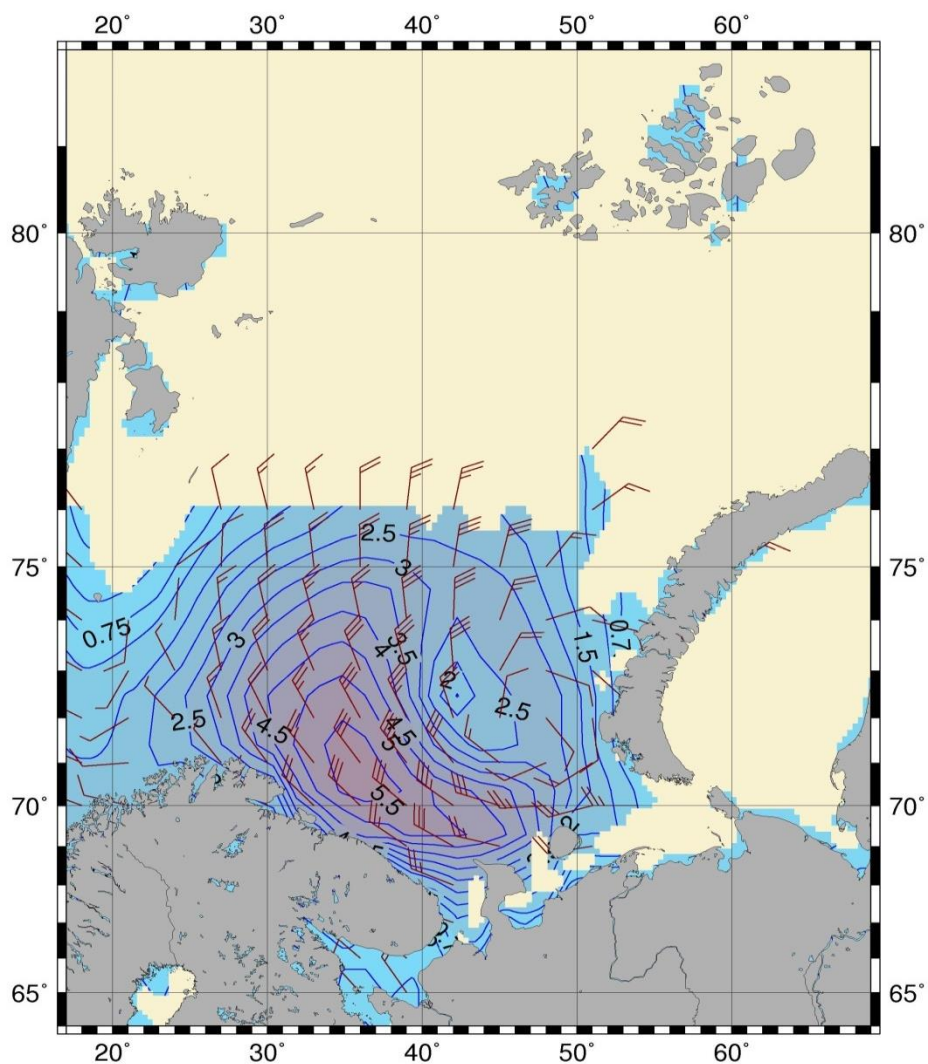


Рисунок 3.2.1. Поле ветра и высоты волн (H_s , м) в Баренцевом море на 06 ч UTC 27 апреля 2022 г.

Таблица 3.2.2

Повторяемость (число дней) различных градаций высот волн (H_s) в Карском море во втором квартале 2022 г.

Месяц	Высота волн, м		
	0 — 1	1 — 2	2 — 3
Июнь	17	11	2
Итого	17	11	2

Море Лаптевых стало открываться в конце мая, но до середины июня область чистой воды около припая была очень незначительной, затем море стало быстро очищаться ото льда. К концу июня область чистой воды в восточной части моря распространилась от 74 до 77° с.ш.



В таблице 3.4.3 приведены сведения о распределении высот волн H_s на чистой воде для моря Лаптевых во втором квартале 2022 г. Расчетная высота волны на чистой воде во второй половине июня в основном была от 1 до 3 м. Максимальная высота (более 2,5 м) была рассчитана 19, 28 и 29 июня.

Таблица 3.2.3

Повторяемость (число дней) различных градаций высот волн (H_s) в море Лаптевых во втором квартале 2022 г.

Месяц	Высота волн, м		
	0 — 1	1 — 2	2 — 3
Май (с 22 мая)	10	—	—
Июнь	9	11	10
Итого	19	11	10

Акватория **Восточно-Сибирского моря** во втором квартале 2022 г. была покрыта льдом. В середине июня образовалась небольшая область чистой воды севернее Новосибирских островов, но в конце июня она вновь покрылась льдом.

Чукотское море стало открываться в конце мая. К концу июня область чистой воды доходила до 72° с.ш. Высота волны в основном была от 2 до 3 м, максимальная высота не превышала 3,5 м (17, 24, 29 и 30 июня). В таблице 3.4.4 приведены сведения о распределении высот волн H_s на чистой воде для Чукотского моря во втором квартале 2022 г.

Таблица 3.4.5

Повторяемость (число дней) различных градаций высот волн (H_s) в Чукотском море во втором квартале 2022 г.

Месяц	Высота волн, м			
	0–1	1–2	2–3	3–4
Май (с 22 мая)	7	3	—	—
Июнь	5	4	17	4
Итого	12	7	17	4