

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

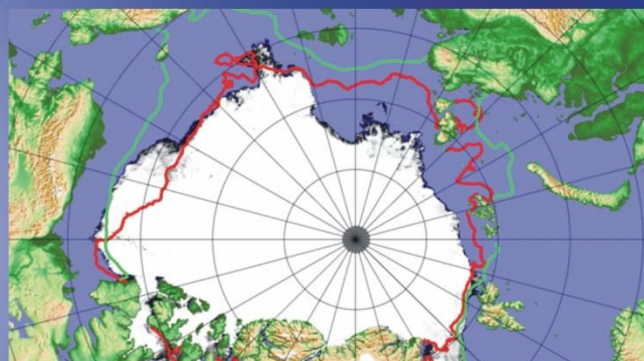


Государственный научный центр РФ  
Арктический и антарктический научно-  
исследовательский институт

# ОБЗОР

## гидрометеорологических процессов в Северном Ледовитом океане

I квартал 2018





## СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ.....	2
ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. Метеорологические условия Северной полярной области в январе-марте 2018 года .....	4
1.1 Мониторинг крупномасштабных атмосферных процессов в полярном районе Северного полушария .....	4
1.2 Мониторинг метеорологических параметров в Северной полярной области.....	21
2 Ледовые условия и процессы в Северном Ледовитом океане и его морях в январе-марте 2018 года.....	28
3. Гидрологические и гидрохимические условия Северного Ледовитого океана и его морей в январе - марте 2018 года .....	46
3.1 Термохалинные условия в Арктическом бассейне по данным дрейфующей станции.....	46
3.2 Уровень арктических морей .....	49
3.3 Ветровое волнение на акватории арктических морей .....	53



## ВВЕДЕНИЕ

Настоящий обзор содержит описание особенностей развития метеорологических, ледовых и гидрологических процессов в Северном Ледовитом океане и его морях в первом квартале (январь-март) 2018 года. Фактическая информация для составления обзора получена по данным государственной наблюдательной сети, центров приема спутниковой информации Росгидромета, ледовой базы «Мыс Баранова», проектов ВМО и экспедиционных исследований, проводимых в рамках национальных программ и международных проектов российскими и зарубежными организациями. Обзор продолжает серию ежеквартальных обзоров, описывающих развитие метеорологических, ледовых и гидрологических процессов в Северном Ледовитом океане в прошедшем квартале текущего года.

В составлении обзора принимали участие ведущие специалисты ФГБУ «АНИИ».

Метеорологический раздел, посвящен описанию особенностей развития крупномасштабных метеорологических процессов и изменчивости различных метеорологических элементов. В составлении раздела принимали участие специалисты лабораторий метеорологии (ответственный – зав. лабораторией к.г.н. Радионов В.Ф.) и долгосрочных метеорологических прогнозов (ответственный – зав. лабораторией к.г.н. Иванов В.В.).

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 спутникового мониторинга, полярных станций системы Росгидромета, экспедиционные наблюдения на судах и дрейфующих станциях и архивные климатические данные. В составлении раздела принимали участие специалисты отдела ледового режима и прогнозов (ответственные - зав. лабораторией. к.г.н. Юлин А.В., зав. лабораторией. к.г.н. Смоляницкий В.М.).

Гидрологический раздел посвящен описанию гидрологических и гидрохимических условия в Северном Ледовитом океане и его морях. В составлении раздела принимали участие специалисты отдела океанологии (ответственный – зав. отделом к.ф.-м.н. Фильчук К.В.).

Общее руководство и редакция обзора была выполнена научным руководителем ФГБУ «АНИИ» чл.-кор. РАН, д.г.н. Фроловым И.Е. Подготовку и оформление обзора осуществляли вед. инженер отдела ледового режима и прогнозов Сороко С.О и науч.сотр. Павлова Е.А.

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





## 1. Метеорологические условия Северной полярной области в январе-марте 2018 года

### 1.1 Мониторинг крупномасштабных атмосферных процессов в полярном районе Северного полушария

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 2018 г.

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.

Реальное состояние крупномасштабной циркуляции в атмосфере и метеорологические условия в полярном районе Арктики каждого конкретного года существенно отличаются друг от друга и от среднего многолетнего состояния (нормы), что указывает на существование большого числа вариантов конкретных реализаций ОЦА в отдельных локальных районах Арктики. Несмотря на сложность взаимосвязей между элементами макроструктуры, множественность их возможных состояний и сочетаний, в эволюции макросиноптических процессов всегда имеется возможность выявить ряд существенных особенностей, определяющих тенденцию их развития.

В результате мониторинга процессов различного пространственно-временного масштаба с января по март 2018 г. были выявлены следующие особенности их развития.

**Фоновые особенности** развития крупномасштабных атмосферных процессов за первый квартал 2018 г. представлены в виде среднемесячных значений числа дней с основными формами и типами циркуляции по классификации Г.Я. Вангенгейма и





А.А. Гирса и карт средних полей геопотенциала изобарической поверхности 500 гПа, приземного давления и температуры воздуха и их аномалий (табл. 1.1).

Таблица.1.1

**Значения числа дней с формами и типами циркуляции и их отклонения от нормы в период январь – март 2018 г.**

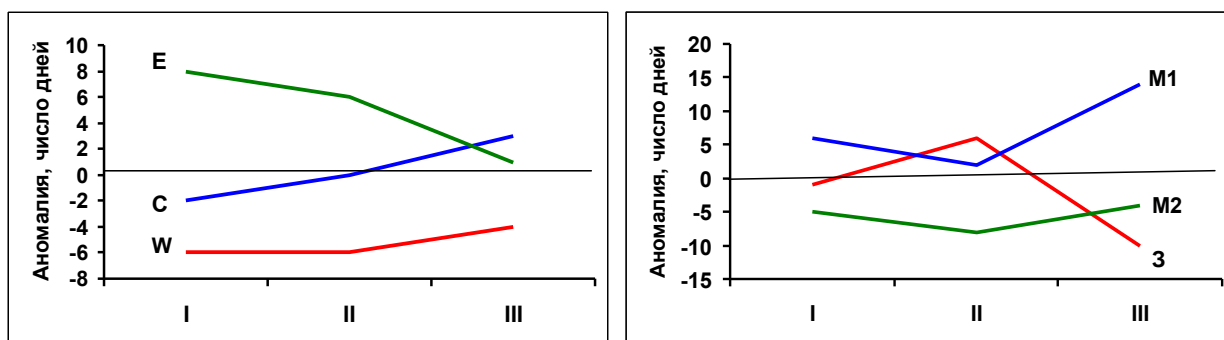
Показатель	Индексы циркуляции атмосферы					
	Форма			Тип		
	W	C	E	З	M1	M2
Число дней	15	21	54	19	38	33
Аномалия	-16	1	15	-5	22	-17

В период январь – март 2018 г. атмосферные процессы в Северной полярной области развивались на аномально повышенной повторяемости в первом секторе процессов восточной (*E*) формы циркуляции. Процессы данной формы превысили норму на 15 дней и составили 54 дня.

Во втором секторе более высокую повторяемость имели меридиональные процессы типа  $M_1$ . Данные процессы отмечались 38 дней, что выше нормы на 22 дня.

Анализ процессов показал, что в январе – марте 2018 г. выделяется ряд естественных стадий с однонаправленным развитием крупномасштабных атмосферных процессов.

Ход среднемесячных значений аномалий числа дней с основными формами и типами циркуляции атмосферы в период с января по март 2018 г. представлен на рис. 1.1



**Рис. 1.1. Ход среднемесячных значений аномалий числа дней с основными формами и типами циркуляции атмосферы в период январь – март 2018 г.**

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

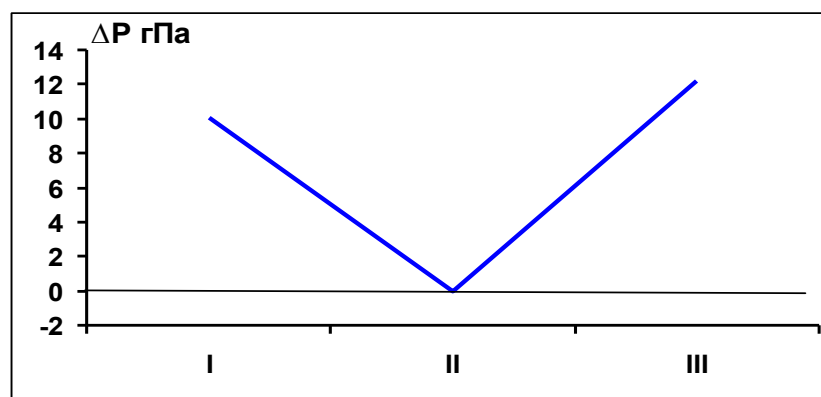
Схема развития и перестройки крупномасштабных атмосферных процессов в Северном полушарии с января по март 2018 г. выглядит следующим образом:

Январь –  $E_{M1}$  → Февраль –  $E_{З+M1}$  → Март –  $(E+C)_{M1}$



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

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

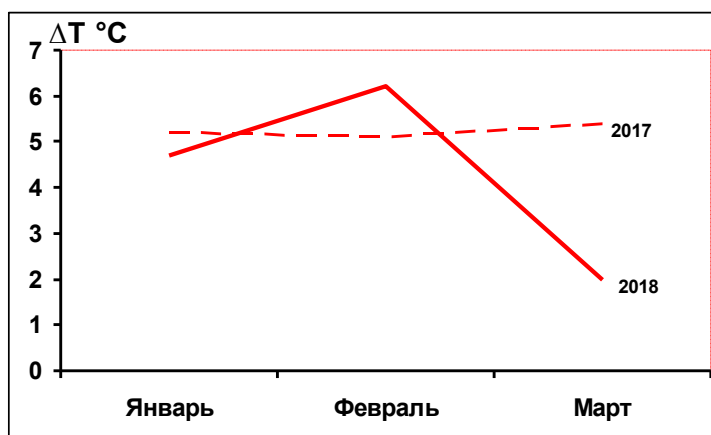


**Рис. 1.2. Средние месячные значения аномалий давления (гПа) в январе-марте 2018 г. в полярном районе Арктики**

В январе и марте под влиянием арктического антициклона преобладали положительные аномалии давления. Циклоны смещались по низкоширотным траекториям и не оказывали существенного влияния на полярный район.

В феврале при высокоширотном смещении циклонов в Арктику фон давления понизился до значений близких к норме.

Изменения в январе–марте 2018 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 январе – марте 2018 и 2017 гг.**



В среднем за первый квартал 2018 г. фон температуры над полярным районом оставался аномально высоким, но ниже на  $0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , чем в прошлом 2017 г. Наиболее резкое понижение температуры отмечалось в марте, когда температура понизилась на  $3,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Тенденция к понижению температурного фона во многом была связана перестройкой крупномасштабных атмосферных процессов и сменой в направленности воздушных потоков в полярном районе. В первом квартале 2018 г. отмечалось высокая повторяемость процессов восточной (Е) формы циркуляции при усилении в январе и марте с севера блокирующего гребня арктического антициклона. Вследствие этого циклоны чаще, чем в прошлом 2017 г., смещались по низкоширотным траекториям (особенно в марте 2018 г.), что способствовало ослаблению адвекции теплых воздушных масс в Арктику и понижению температурного фона (см. рис. 1.3).

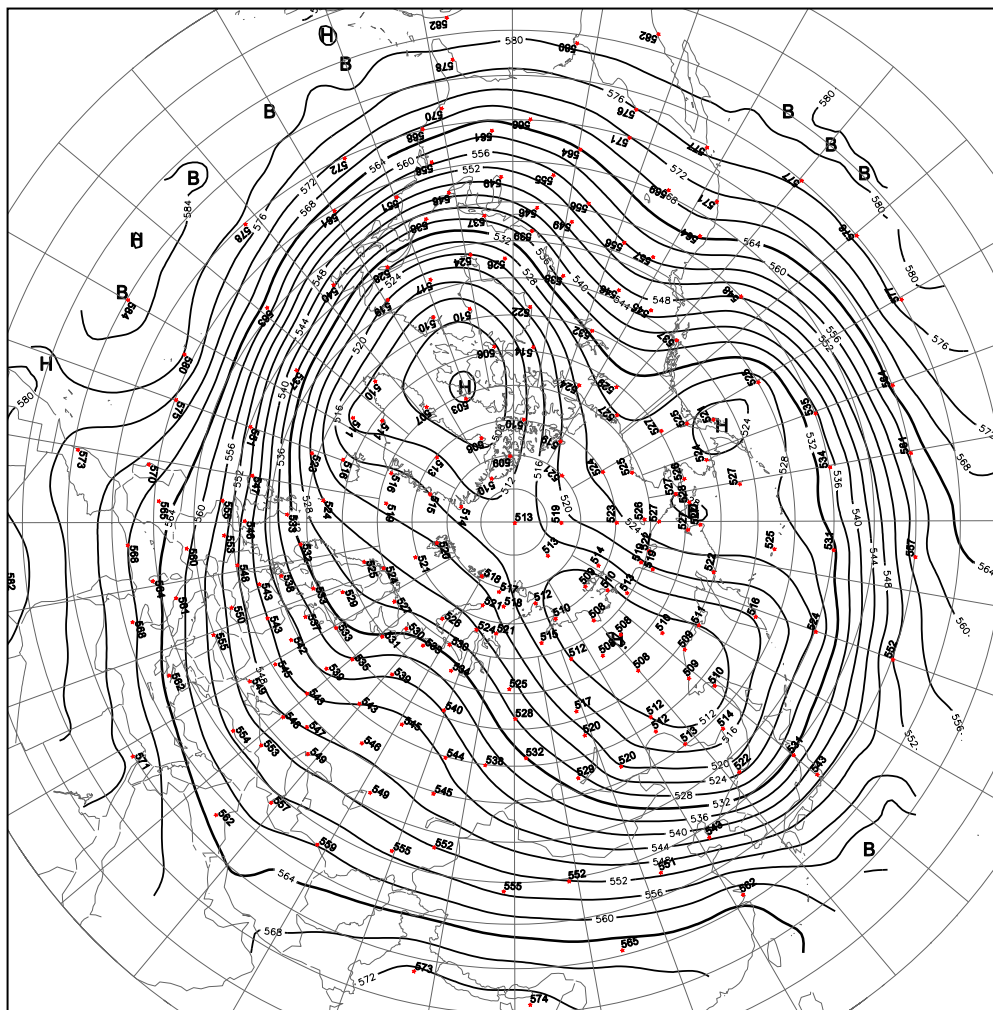
Анализ *структурных особенностей* развития атмосферных процессов в первом квартале 2018 г. проводился по комплексу метеорологических характеристик (основных форм и типов циркуляции и их разновидностей, направлению воздушных потоков, давлению и температуры воздуха и их аномалии) за различные периоды осреднения, как календарные, так и по естественным стадиям перестройки процессов различного временного масштаба.

Более подробно основные особенности развития атмосферных процессов в январе – марте 2018 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 *январе 2018 г.* основной центр циркумполярного вихря (ЦПВ) на изобарической поверхности 500 гПа располагался в районе Канады. Полярный район Арктики находился под влиянием высотных гребней азиатского и американского антициклонов, который блокировал выходы циклонов в полярный район (рис. 1.4).

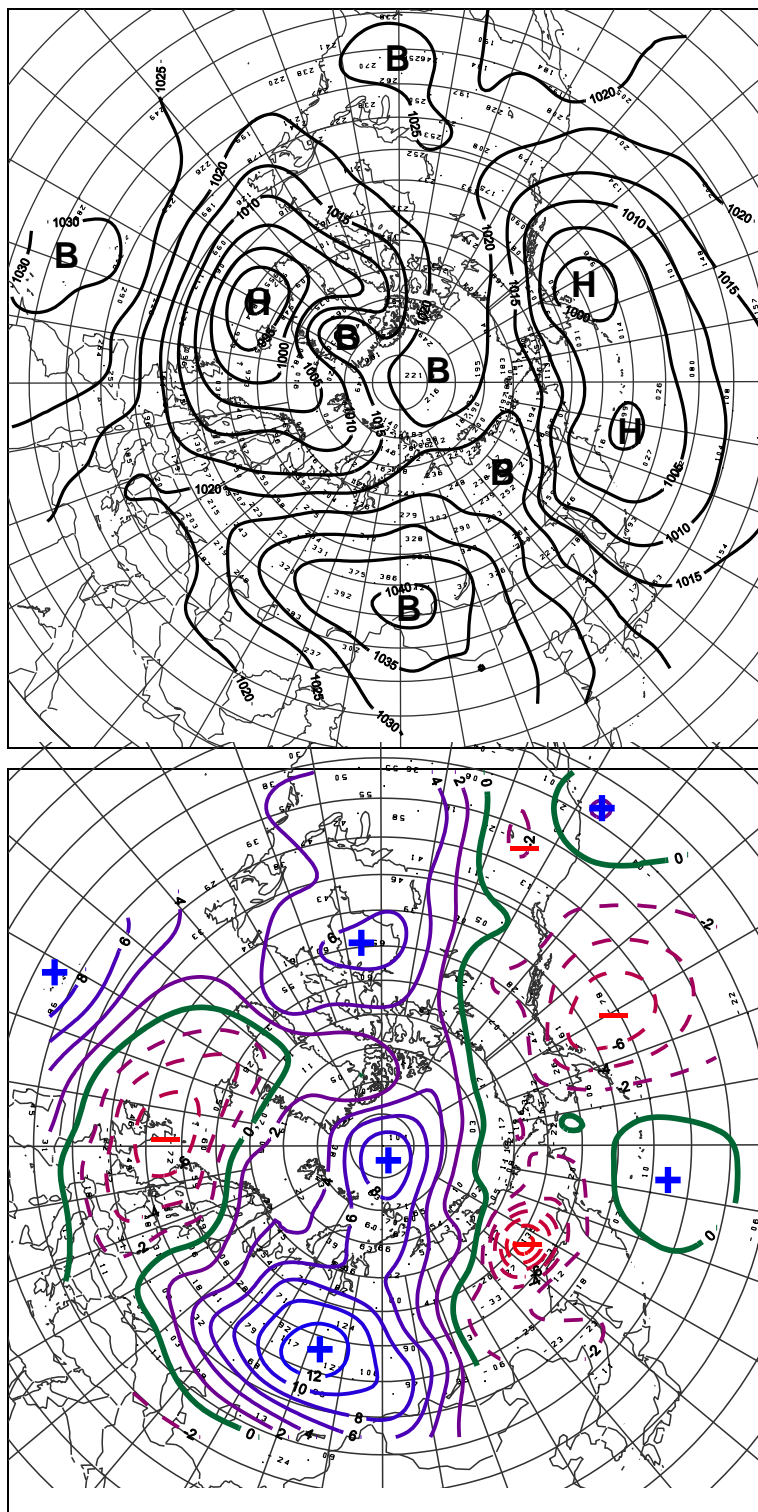




**Рис. 1.4. Поля среднего геопотенциала (дам) изобарической поверхности 500 гПа в январе 2018 г.**

В первом секторе отмечалась повышенная повторяемость крупномасштабных атмосферных процессов восточной формы циркуляции. Над континентальной частью Евразии располагался обширный антициклон, гребень которого был ориентирован в Арктику. Неглубокие циклоны в системе исландского минимума смещались в полярный район по высокоширотным траекториям. Фон давления в приатлантическом и в приполюсном районах был выше нормы (рис. 1.5).

При воздушных потоках западных и юго-западных направлений сформировался фон температуры выше нормы. Наиболее крупные положительные аномалии среднемесячной температуры (до 8-11°C) отмечались в юго-западной части Карского моря.



**Рис. 1.5. Поле среднего приземного давления (сверху) и его аномалии (снизу) в январе 2018 г. (гПа)**

Во *втором (тихоокеано-американском) секторе* аномально повышенную повторяемость имели процессы типа  $M_1$ . Характерной особенностью развития данного макропроцесса явилось усиление гребней арктического и азиатского антициклонов и влияние его на акваторию Охотского и Берингова морей.

Вследствие этого циклоны в системе алеутского минимума смещались в широтном направлении по сравнению с нормой по низкоширотным траекториям южнее алеутских островов и не оказывали существенного влияния на данный сектор полярного района Арктики. При преобладающих воздушных потоках юго-восточных и восточных направлений сформировался температурный фон выше нормы на 4-7°C (рис.1.6).

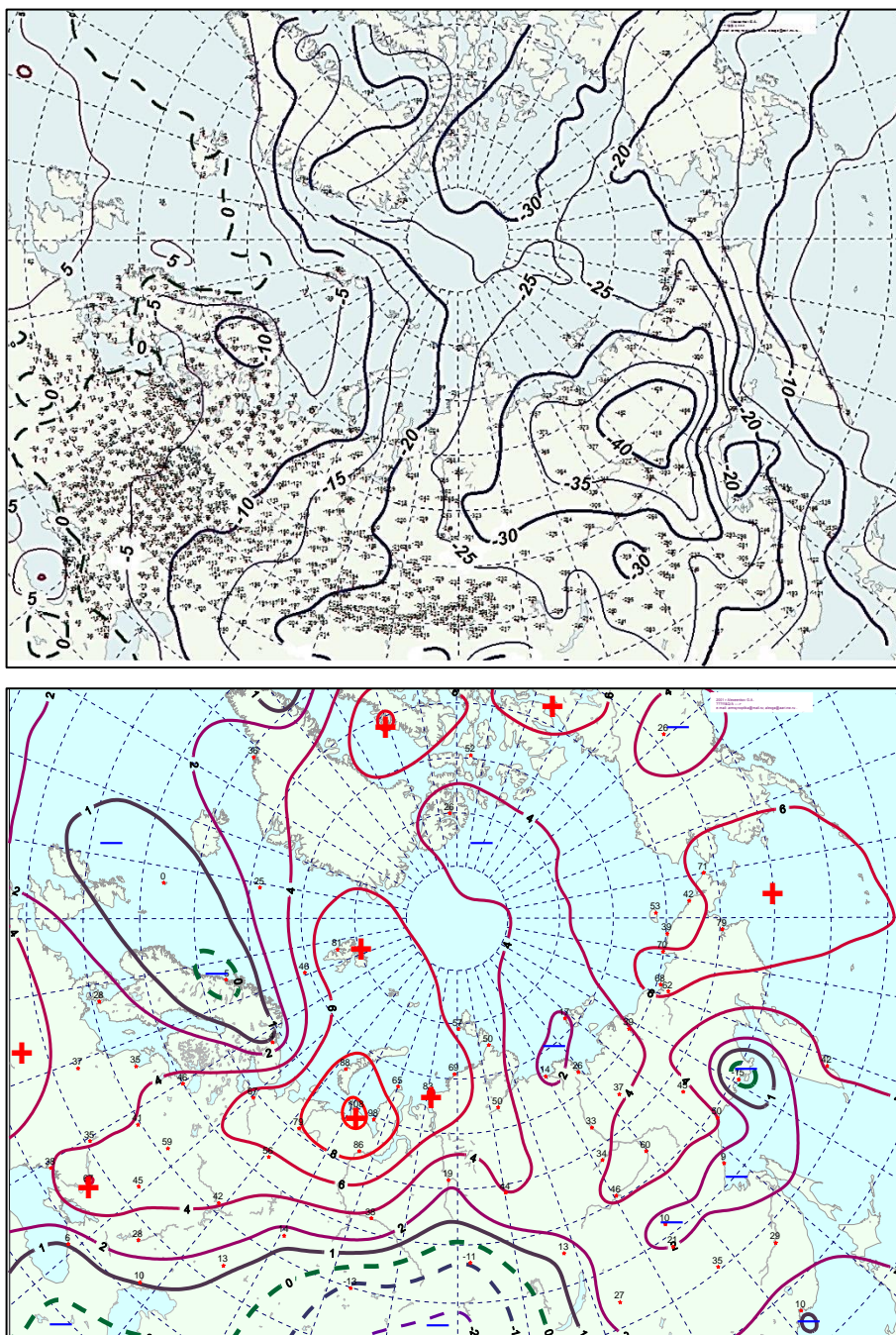
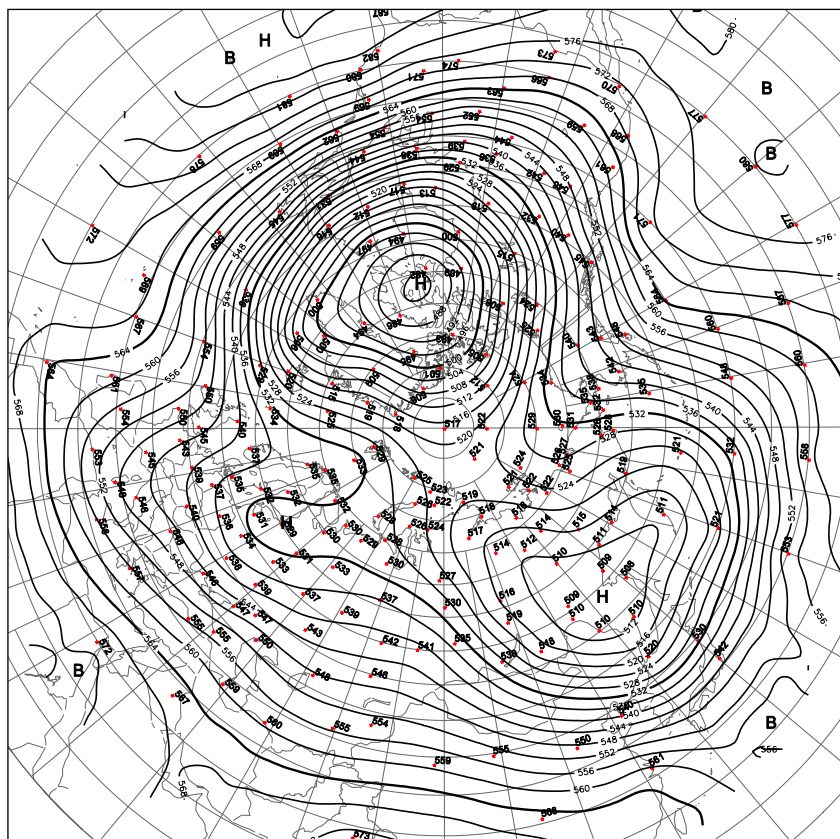


Рис. 1.6. Поле средней месячной приземной температуры воздуха (сверху) и аномалии температуры (снизу) в январе 2018 г., (°C)



В *феврале 2018 г.* центр циркумполярного вихря (ЦПВ) на изобарической поверхности 500 гПа располагался в районе Канады. Полярный район Арктики находился под влиянием высотных гребней антициклонов, который блокировал выходы циклонов в евразийский сектор Арктики (рис. 1.7).



**Рис. 1.7.** Поля среднего геопотенциала (дам) изобарической поверхности 500 гПа в феврале 2018 г.

В *первом секторе* в феврале отмечалось преобладание атмосферных процессов восточной форм циркуляции.

При усилении азиатского антициклона циклоны в системе исландского минимума смещались по более высокоширотным траекториям в Канаду. Фон давления в Норвежском, Баренцевом и Карском морях повысился до крупных положительных аномалий. Наиболее высокие значения аномалий до 16 гПа отмечались в Баренцевом море (рис. 1.8).

При устойчивых воздушных потоках западных и юго-западных направлений в Арктику фон температуры был выше нормы на 6-9 °С.

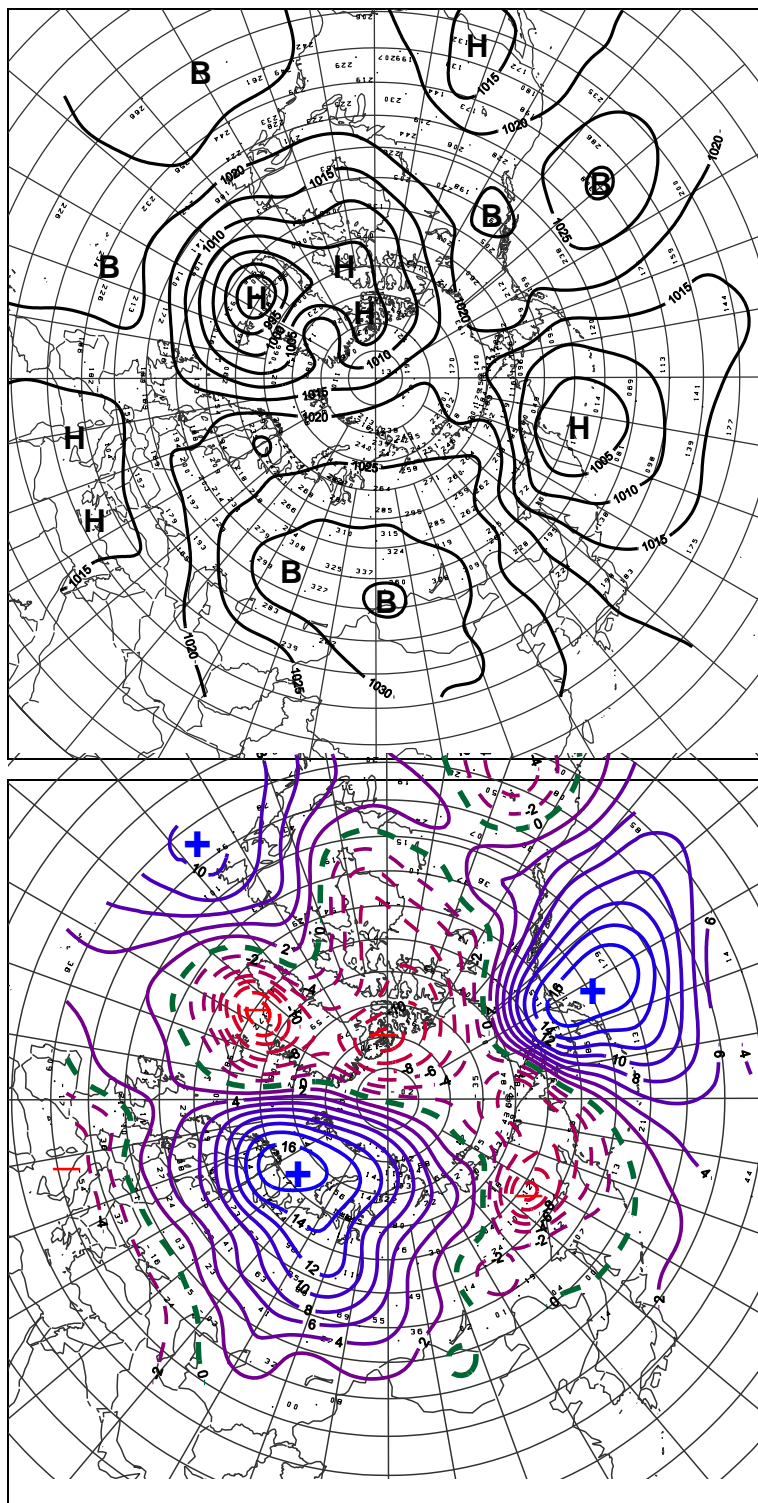


Рис. 1.8. Поле среднего приземного давления (сверху) и его аномалии (снизу) в феврале 2018 г., (гПа)

Во *втором секторе* произошла перестройка в направленности крупномасштабных атмосферных процессов. Под влиянием антициклона в восточной части Тихого океана циклоны в системе Алеутского минимума смещались по сравнению с нормой по

высокоширотным траекториям в канадский сектор Арктики. Фон давления сменил знак с положительных к отрицательным значениям аномалий давления.

При усилении адвекции теплых воздушных масс фон с положительными аномалиями температуры повысился в Чукотском море до крупных значений 10-14°C (рис. 1.9).

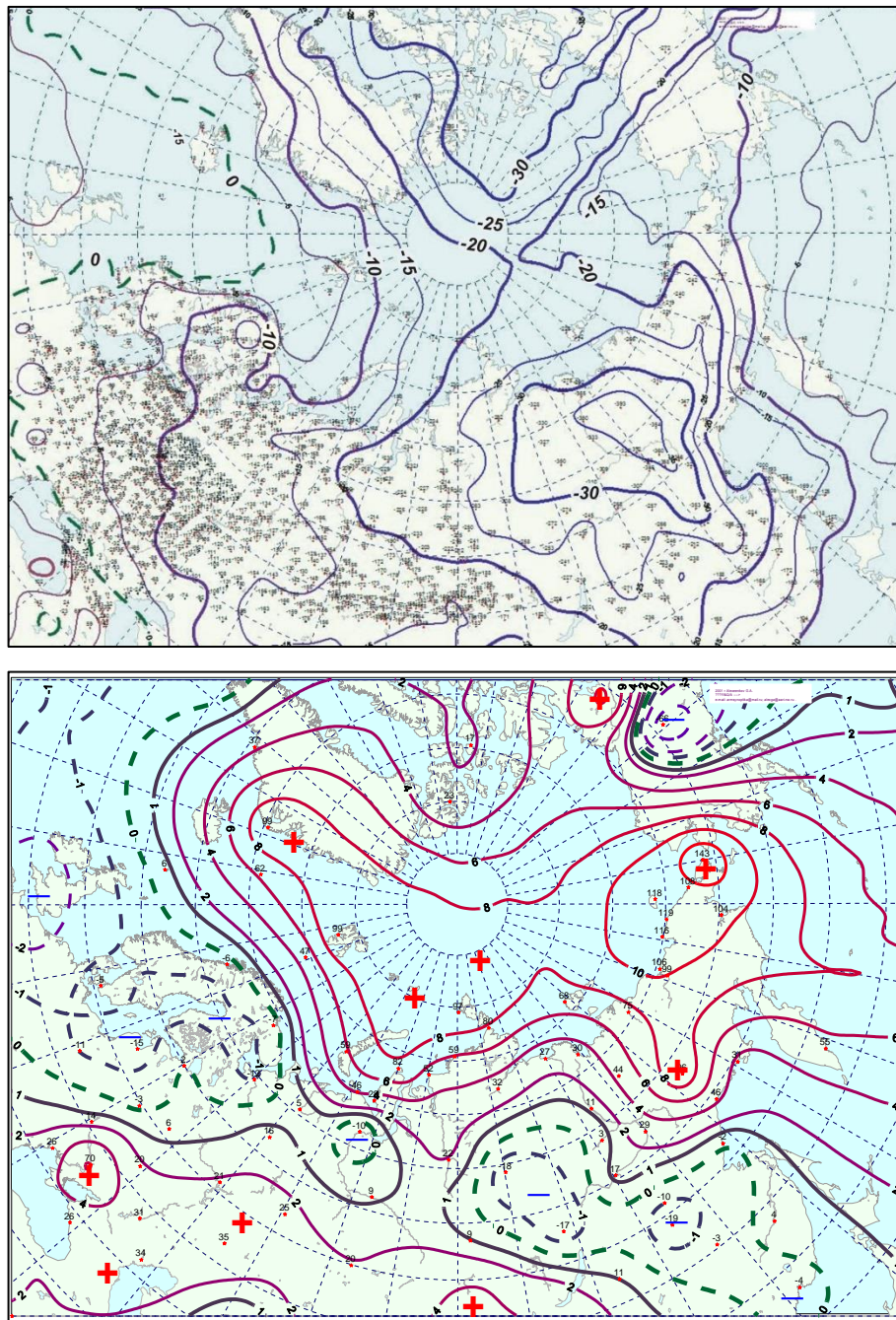
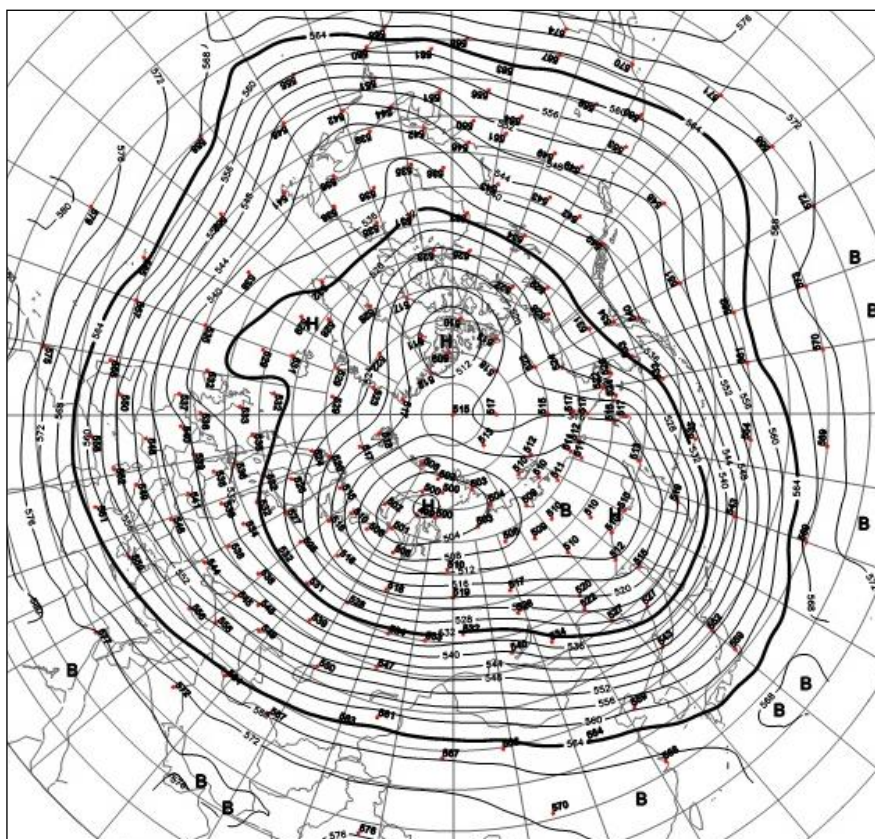


Рис. 1.9. Поле средней месячной приземной температуры воздуха (сверху) и аномалии температуры (снизу) в феврале 2018 г., (°C)



В *марте 2018 г.* полярный район находился под влиянием высотных гребней антициклонов Атлантического и Тихого океанов, под которыми в приземном поле сформировался обширный антициклон. Основной центр ЦПВ на изобарической поверхности 500 гПа чаще располагался над Карским морем южнее своего многолетнего положения. Под влиянием высотных блокирующих гребней антициклонов с севера циклоны в системе исландского минимума смещались по сравнению с нормой по низкоширотным траекториям и не оказывали существенного влияния на полярный район Арктики (рис. 1.10).



**Рис. 1. 10.** Поле среднего геопотенциала (дам) изобарической поверхности 500 гПа в марте 2018 г.

В *первом секторе* отмечались частые перестройки в направленности атмосферных процессов. Наибольшую повторяемость имели процессы восточной и меридиональной форм циркуляции.

Под влиянием арктического антициклона фон давления в полярном районе был значительно выше нормы на 8-10 гПа.

Циклоны Северной Атлантики смещались по континентальной части Евразии. Под их влиянием на континенте Евразии сформировались низкие отрицательные аномалии давления со средними месячными значениями ниже 10-12 гПа (рис.1.11).

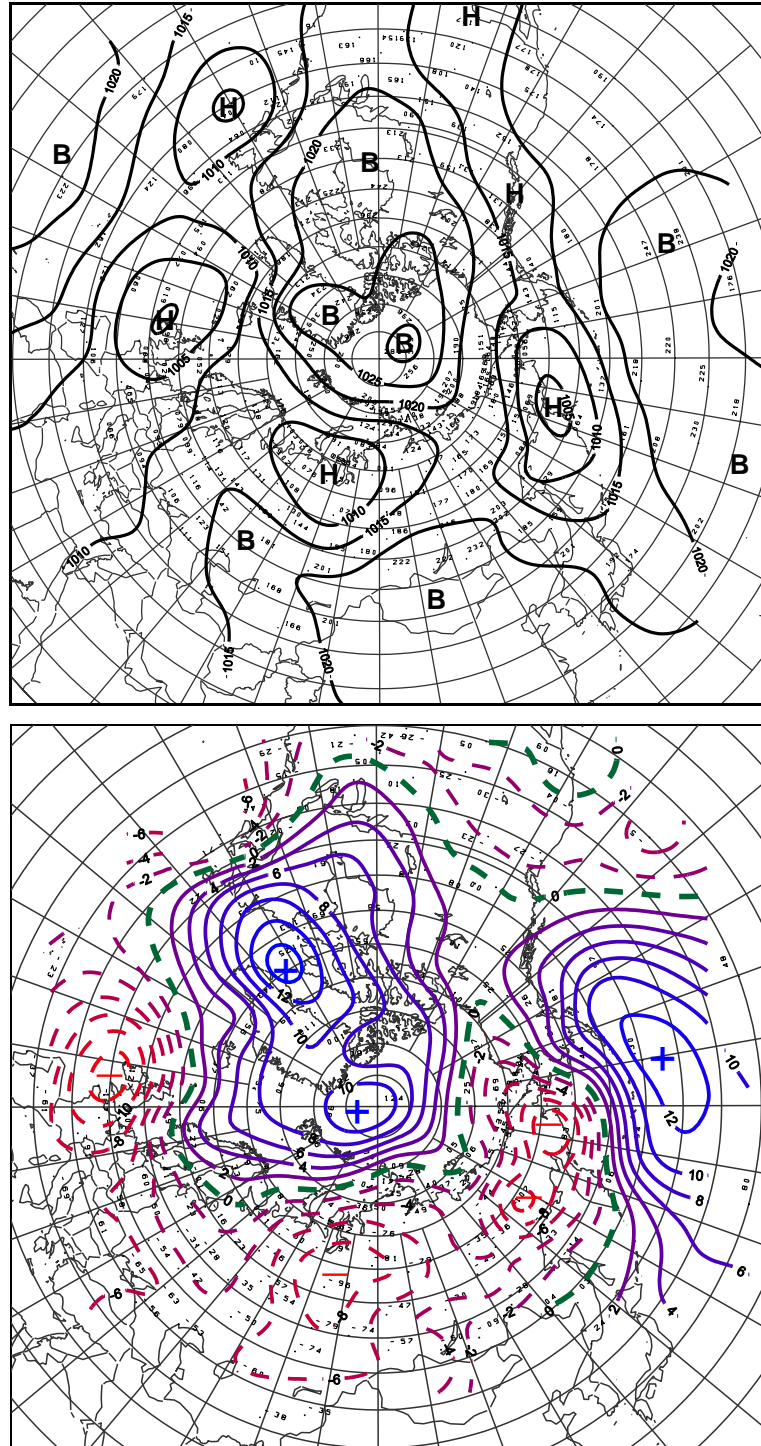


Рис. 1.11. Поле среднего приземного давления (сверху) и его аномалии (снизу)



Фон температуры в полярном районе сохранился выше нормы. Наиболее крупные положительные аномалии температуры сформировались под влиянием теплого сектора полярного антициклона со значениями положительных аномалий 3-5 °С.

Исключением явились районы юго-восточной части Баренцева моря и юго-западной части Карского моря, где преобладали воздушные потоки северо-восточных и юго-восточных направлений. Фон температуры был ниже нормы на 2-4 °С.

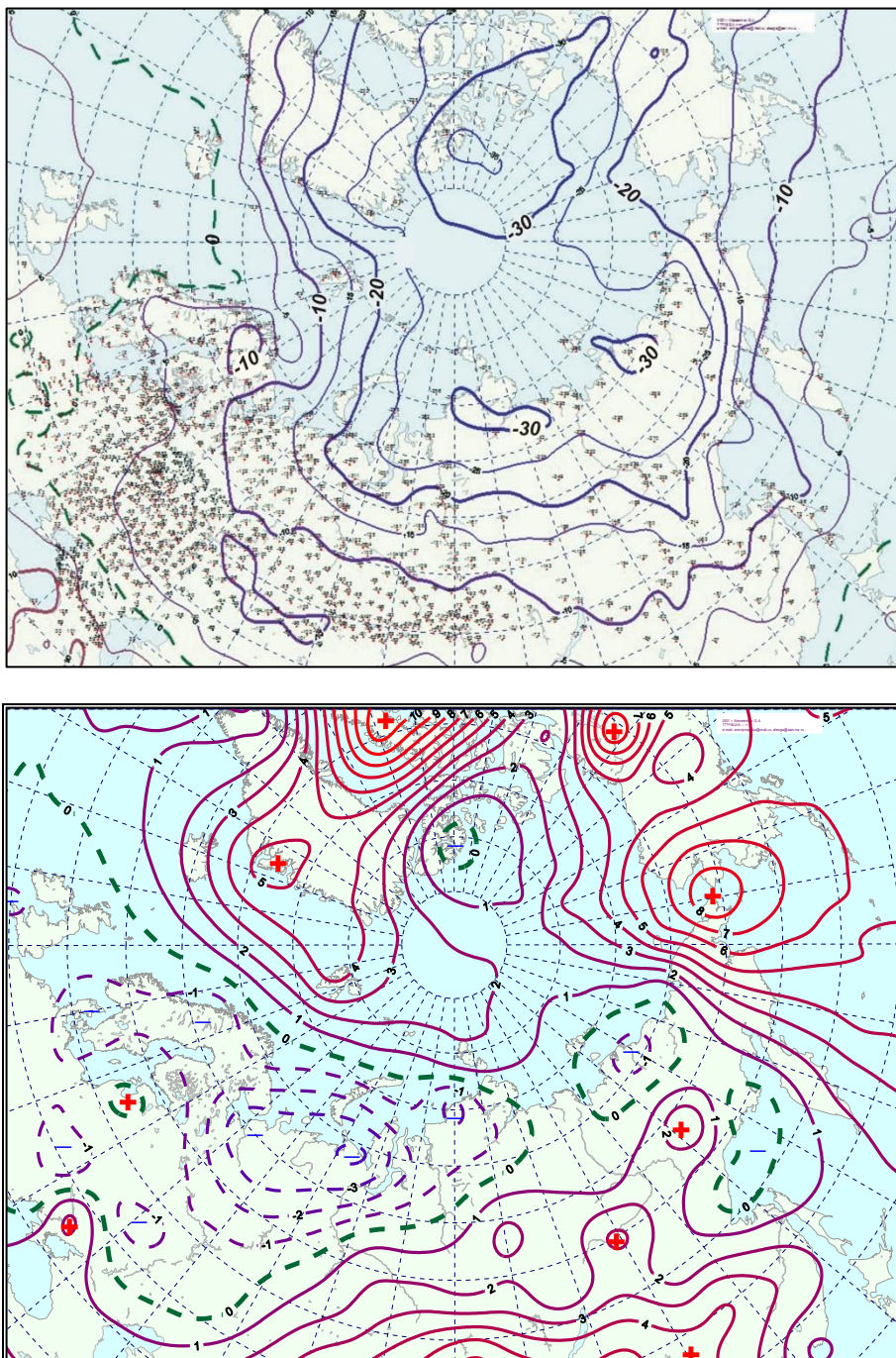
Во *втором секторе* увеличилась повторяемость меридиональных атмосферных процессов типа М<sub>1</sub>.

Как и в феврале, циклоны в системе алеутского минимума продолжали смещаться по высокоширотным траекториям и оказывали влияние на метеорологические условия полярного района.

Фон температуры по сравнению с февралем понизился на 4-6 °С. Наиболее высокие положительные аномалии температуры до 8 °С в отмечались в Чукотском море (рис. 1.12).

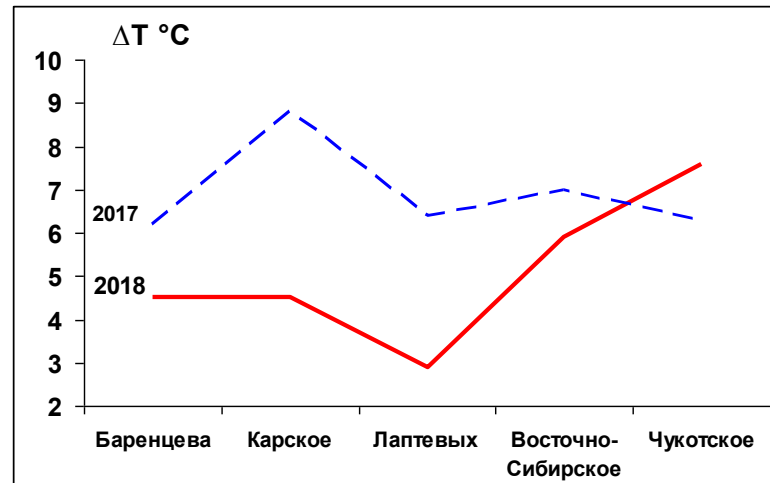
Проведенный анализ развития и перестроек атмосферных процессов показал, что характерный для текущей циркуляционной стадии развития атмосферных процессов высокий температурный фон с преобладанием положительных аномалий температуры в первой квартале 2018 г. сохранился. Как было показано, основным отличием по сравнению с прошлым 2017 г., явилось значительное понижение температурного фона, как в целом по полярному району Арктики, так и в западном секторе Арктики и западных морях российской Арктики (Баренцевом, Карском и Лаптевых). В Чукотском море фон температуры имел тенденцию к повышению.





**Рис. 1.12. Поле средней месячной приземной температуры воздуха (сверху) и аномалии температуры (снизу) в марте 2018 г., (°C)**

На рисунке 1.13 приводятся фоновые средние за первый квартал 2018 г. значения аномалий температуры для акваторий морей российской Арктики по сравнению с прошлым 2017 г.



**Рис. 1.13.** Средние за первую декаду значения аномалий температуры воздуха (°C) по акватории морей российской Арктики в 2018 и 2017 гг.

Анализ структурных особенностей циркуляции атмосферы внутри каждого месяца в январе-марте 2018 г. проводился по естественным стадиям однонаправленного развития процессов – по 26 разновидностям элементарных синоптических процессов (ЭСП) атлантико-евразийского сектора Северного полушария, процессы которого являются определяющими для перестройки циркуляции атмосферы в полярном районе Арктики.

Анализ показал, что для каждого месяца характерна большая повторяемость перестройки процессов. Переходы от одного ЭСП к другому сопровождались сменой знака барических полей и направления преобладающих воздушных потоков в полярном районе Арктики и были обусловлены крупномасштабной перестройкой разновидностей атмосферных процессов в двух секторах Северного полушария. Основные разновидности основных форм циркуляции в атлантико-евразийском секторе полушария с типами циркуляции в тихоокеано-американском секторе полушария для каждого ЭСП с января по март 2018 г. представлены в табл. 1.2.





Таблица 1.2

**Каталог макросиноптических процессов по классификации Вангенгейма – Гирса  
с января по март 2018 г. с внутримесячной детализацией атмосферных процессов  
по элементарным синоптическим процессам**

Январь 2018			Февраль 2018			Март 2018		
ЭСП	А-Е	Т-А	ЭСП	А-Е	Т-А	ЭСП	А-Е	Т-А
			1-3	Е	М <sub>2</sub>	1-3	Е	М <sub>1</sub>
1-6	W	М <sub>2</sub>	4-6	С	М <sub>2</sub>	4-5	W	М <sub>2</sub>
7-10	С	3	7-10	Е	М <sub>2</sub>	6-10	Е	М <sub>2</sub>
11-16	Е	М <sub>2</sub>	11-14	Е	3	11-14	Е	М <sub>2</sub>
17-19	Е	3	15-17	W	М <sub>1</sub>	15-17	С	М <sub>1</sub>
20-22	Е	М <sub>1</sub>	18-20	С	М <sub>1</sub>	18-20	С	М <sub>1</sub>
23-25	Е	М <sub>1</sub>	21-24	Е	3	21-22	W	М <sub>1</sub>
26-31	Е	М <sub>1</sub>	25-28	Е	3	23-24	С	М <sub>1</sub>
						25-26	W	М <sub>1</sub>
						27-29	С	М <sub>1</sub>
						30-31	Е	М <sub>1</sub>
Итого	W 6 (-6) С 4 (-2) E219 (8)	3 7 (-1) М <sub>1</sub> 12 (6) М <sub>2</sub> 12 (-5)	Итого	W 3 (-6) С 6 (0) Е 19 (6)	3 12 (6) М <sub>1</sub> 6 (2) М <sub>2</sub> 10 (-8)	Итого	W 6 (-4) С 11 (3) Е 14 (1)	3 0 (-10) М <sub>1</sub> 20 (14) М <sub>2</sub> 11 (-4)

## 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, С, E) и типами (3, М<sub>1</sub>, М<sub>2</sub>) атмосферной циркуляции.**Выводы**

Обобщая данные мониторинга развития и перестроек крупномасштабных атмосферных процессов и характера их проявления в метеорологических условиях полярного района Арктики за период январь-март 2018 г., можно сделать следующие выводы:

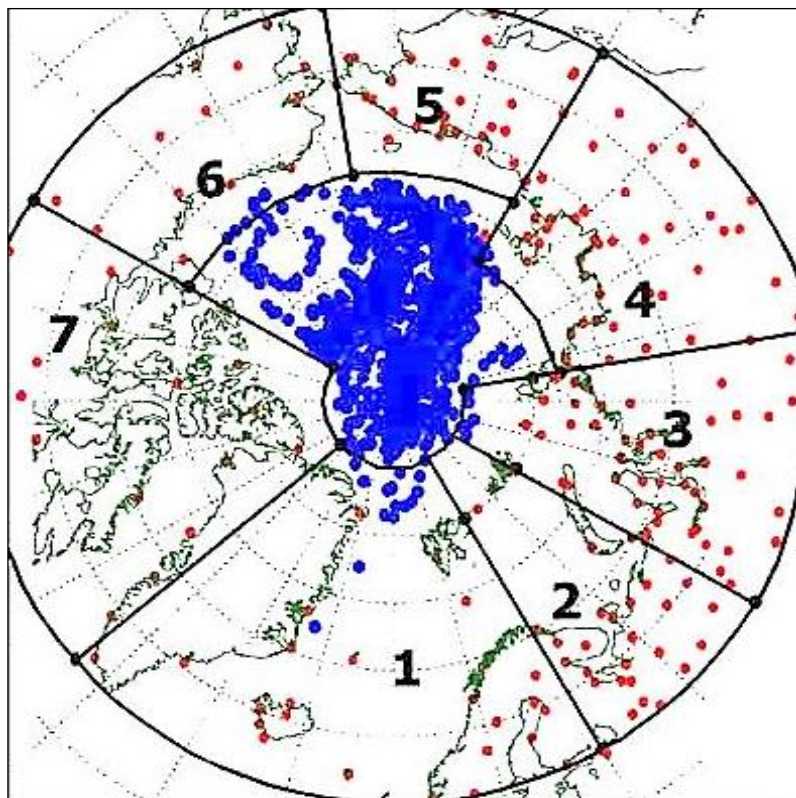
1. В целом, несмотря на сохранение положительных значений аномалий температуры воздуха в Арктике, крупномасштабные атмосферные процессы в январе-марте 2018 г. имели существенные отличия от направленности процессов по сравнению с первым кварталом 2017 г.
2. Атмосферные процессы в Северной полярной области развивались на аномально повышенной повторяемости в первом секторе процессов восточной (E) формы циркуляции. Во втором секторе более высокую повторяемость имели меридиональные процессы типа М<sub>1</sub>.
3. В средней тропосфере на изобарической поверхности H500 центр планетарного циркумполярного вихря в январе и феврале располагался в районе Канады. В марте в районе Карского моря.



4. Циклоны в системе исландского минимума смещались в январе по траекториям близким к многолетней норме, в феврале по высокоширотным траекториям и в марте по низкоширотным траекториям.
5. В среднем за квартал фон давления в Арктике был выше нормы. Наиболее высокие положительные аномалии давления отмечалось в январе и марте. В феврале под влиянием циклонов фон давления понижался до значений близких к норме.
6. В среднем за период январь-март 2018 г. над полярным районом преобладала устойчивая адвекция теплых воздушных масс и положительные аномалии температуры воздуха. По сравнению с прошлым годом, в среднем по полярному району аномалия температуры воздуха в первом квартале 2018 г. была ниже, чем в первом квартале прошлого 2017 г. на 0,9 °С.
7. В морях российской Арктики значительное понижение температурного фона отмечалось Баренцевом, Карском и Лаптевых морях. В Чукотском море фон температуры имел тенденцию к повышению.

## 1.2 Мониторинг метеорологических параметров в Северной полярной области

В настоящем разделе приводятся оценки изменения температуры воздуха по районам северной полярной области (рис.1.14) и арктическим морям. Исходными данными послужили данные наблюдений 250 стационарных метеорологических станций, а также данные, поступавшие с дрейфующих буев МПАБ.



**Рис. 1.14. Сеть метеорологических станций и границы районов в северной полярной области**

(1 – Атлантический; 2 – Североевропейский; 3 – Западносибирский; 4 – Восточносибирский; 5 – Чукотский; 6 – Аляскинский; 7 – Канадский)

### *Температура воздуха*

Основным методом получения пространственно-осредненных по территории Северной полярной области и территориям климатических районов аномалий температуры воздуха является метод оптимальной интерполяции и оптимального осреднения. Приводимые оценки аномалий температуры были получены относительно рекомендованного ВМО стандартного периода 1961-1990 гг. В качестве зимнего сезона рассматривался период с декабря 2017 г. по февраль 2018 г.

Оценка аномалий средней температуры воздуха за зимний сезон 2017/18 года по отдельным широтным зонам представлена в табл.1.3. В целом по широтной



зоне 60 - 85° с.ш. аномалия температуры воздуха составила 4,5°C, и прошедшая зима стала первой по рангу тёплых лет за период с 1936 г. Предыдущая теплая зима отмечалась в 2016 г. с аномалией температуры 4,2°C. В широтной зоне 70 - 85° с.ш. аномалия температуры составила 5,6 °C, а в широтной зоне 60-70° с.ш. — 3,5 °C. Это первое и второе значения аномалий температуры по рангу теплых лет с 1936 г.

Таблица 1.3

**Аномалия температуры воздуха (отклонение от нормы за 1961–1990 гг.) на территории СПО и отдельных широтных зон в среднем за зимний сезон 2017/18 г.**

Широтная зона, °с.ш.	Аномалия	Ранг аномалии	Наиболее теплый год (аномалия)	Наиболее холодный год (аномалия)
70-85	5,6	1	2018 (5,6)	1966 (-2,2)
60-70	3,5	2	2016 (3,7)	1966 (-2,7)
60-85	4,5	1	2018 (4,5)	1966 (-2,5)

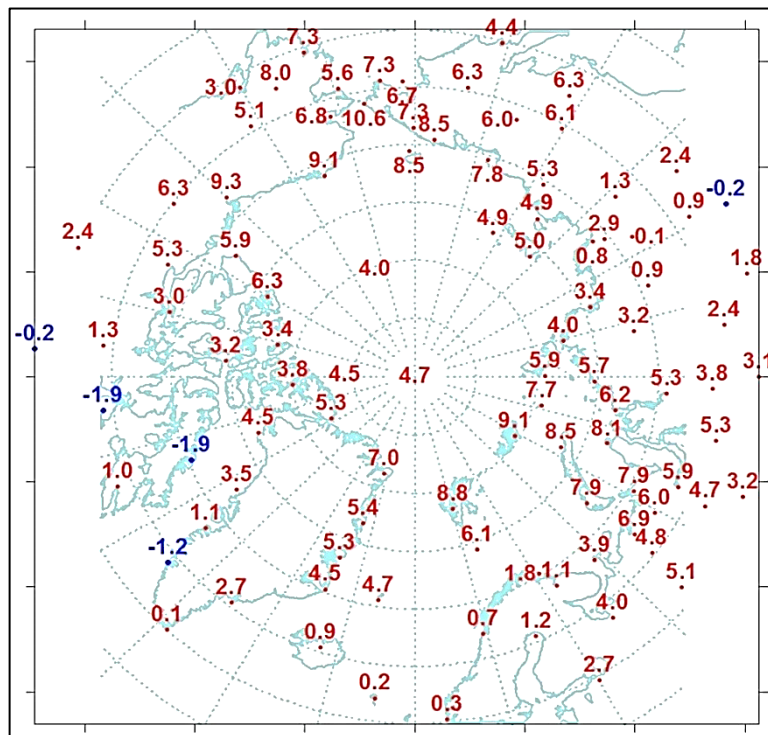
Сопоставление значений пространственно-осредненных по территориям климатических районов аномалий температуры воздуха обнаружило крупные положительные аномалии температуры в притихоокеанском секторе (табл.1.4, рис.1.15). Значение пространственно-осредненной по территории района аномалии составило в Чукотском 6,7°C и Аляскинском 6,1°C. Для этих районов прошедшая зима оказалась наиболее теплой зимой с 1936 г.

Таблица 1.4

**Аномалии (отклонение от нормы за 1961–1990 гг.) средней температуры воздуха в зимнем сезоне 2017/18 г. для отдельных районов СПО, °C**

Климатический район	Аномалия	Ранг аномалии	Наиболее теплый год (аномалия)	Наиболее холодный год (аномалия)
Атлантический	3,3	3	2014 (3,9)	1966 (-2,4)
Североевропейский	4,7	7	1937 (6,5)	1979 (-4,4)
Западносибирский	5,8	4	2012, 2016 (7,6)	1969 (-5,6)
Восточносибирский	2,3	10	2016 (4,6)	1966 (-4,5)
Чукотский	6,7	1	2018 (6,7)	2002 (-2,3)
Аляскинский	6,1	1	2018 (6,1)	1965 (-5,6)
Канадский	2,5	9	2010 (5,0)	1972 (-3,6)





**Рис. 1.15. Значения аномалий средней температуры воздуха зимнего сезона 2017-2018 гг. на станциях Северной полярной области, °С**

На метеорологических станциях в районах арктических морей и на территории суши севернее 70° с.ш. отмечались преимущественно положительные аномалии температуры воздуха (рис.1.15). Крупные положительные аномалии наблюдались на станциях северной части Баренцева и Карского морей, а также в районе Чукотского моря и моря Бофорта. Здесь на станциях аномалии температуры воздуха достигали 9-10°C. В целом, по району Чукотского моря, пространственно-осредненная аномалия составила 8,8°C (табл.1.5). Зима 2017/18 гг. в районе Чукотского моря и моря Бофорта оказалась первой по рангу теплых лет с 1936 г.

*Таблица 1.5*

**Аномалии температуры воздуха в зимнем сезоне 2017/18 г. на территории севернее 70° с.ш.**

Море, часть климатического района	Аномалия	Ранг аномалии	Наиболее теплый год (аномалия)	Наиболее холодный год (аномалия)
Северная часть Гренландского и Норвежского морей	6,0	2	2014 (6,1)	1966 (-2,7)
Баренцево море	5,8	6	1937 (7,6)	1979 (-3,4)
Карское море	7,1	6	1945 (9,8)	1979 (-5,9)
Море Лаптевых	3,6	5	2012 (4,6)	1979 (-4,4)
Восточно-Сибирское море	6,5	1	2018 (6,5)	1966 (-3,3)
Чукотское море	8,8	1	2018 (8,8)	1939 (-3,4)
Море Бофорта	6,3	1	2018 (6,3)	1966 (-3,1)
Северная часть Канадского района	3,2	4	2010 (5,0)	1949 (-3,6)



Временные ряды пространственно-осредненных аномалий средней за зимний сезон температуры воздуха для отдельных районов широтной зоны 60-85 °с.ш. представлены на рис. 1.16, а для районов арктических морей и территории суши севернее 70°с.ш. на рис. 1.17.

Оценка линейного тренда средней температуры воздуха за зимний сезон с 1936 по 2018 гг. показала наличие статистически значимого положительного линейного тренда во всех широтных зонах СПО (на 5-% уровне значимости) (табл.1.6). Линейное увеличение температуры за 83 года в широтной зоне 60-85° с.ш. составило 1,83°С. Во всех районах, за исключением Североевропейского и Западносибирского, прослеживается значимый (на 5-% уровне значимости) тренд средней за зимний сезон температуры. Самое большое значение линейного тренда в Аляскинском районе, где он равен 0,44°С/10.

Таблица 1.6

**Коэффициенты линейного тренда средней за зимний сезон температуры воздуха отдельных районов за весь период наблюдений, за 30 и 10 лет**

Район, широтная зона	1936/37-2017/18		1988/89-2017/18		2008/09-2017/18	
	<b>Вх</b>	<b>D</b>	<b>Вх</b>	<b>D</b>	<b>Вх</b>	<b>D</b>
Атлантический	0,22	39,7	1,05	73,5	1,23	54,1
Североевропейский	0,14	12,9	0,98	40,5	3,58	53,1
Западносибирский	0,11	9,7	1,50	48,3	5,29	51,9
Восточносибирский	0,24	30,5	0,27	14,1	3,43	60,0
Чукотский	0,18	23,6	1,34	56,1	5,08	65,5
Аляскинский	0,44	47,7	1,31	55,0	5,17	73,3
Канадский	0,25	33,4	1,47	72,2	-1,21	25,9
70-85° с.ш.	0,23	33,9	1,72	85,0	2,51	63,1
60-70° с.ш.	0,22	43,1	0,65	49,3	3,68	80,8
60-85° с.ш.	0,22	43,4	1,13	76,9	3,22	80,9

Примечание: Вх – значение линейного тренда в °С/10 лет; D – вклад тренда в полную дисперсию, %; жирным шрифтом выделены статистически значимые на 5% уровне тренды

В последнем тридцатилетнем периоде статистически значимое повышение температуры составило: в широтной зоне 70-85° с.ш. 5,16°С/30 лет (на 5-% уровне значимости) и в широтной зоне 60-85° с.ш. 1,95 °С/30 лет (на 5-% уровне значимости). Наиболее заметно потепление в последнем тридцатилетии наблюдается в районах атлантического сектора Арктики, а также в Канадском районе.

В последнем десятилетнем периоде статистически значимый линейный тренд отмечается в Чукотском и Аляскинском районах.

В районах арктических морей положительный линейный тренд прослеживается по всем морям с последнего 30-ти летнего периода (табл.1.7). Наиболее быстрое повышение температуры происходит в районе Карского моря. За 30-летний период повышение зимней температуры воздуха здесь составило 7,8 °С/30 лет.



Таблица 1.7

**Коэффициенты линейного тренда средней за зимний сезон температуры воздуха районов арктических морей за весь период наблюдений, за 30 и 10 лет**

Море, часть моря, территория суши	1936/37-2017/18		1988/89-2017/18		2008/09-2017/18	
	<b>Vx</b>	<b>D</b>	<b>Vx</b>	<b>D</b>	<b>Vx</b>	<b>D</b>
Северная часть Гренландского и Норвежского морей	0,32	37,0	1,77	74,4	1,67	43,0
Баренцево море	0,10	9,2	1,83	69,0	2,93	47,8
Карское море	0,10	7,0	2,60	67,3	3,55	38,4
Море Лаптевых	0,10	13,2	0,99	48,7	2,01	41,0
Восточно-Сибирское море	0,24	35,1	1,17	59,9	3,14	55,2
Чукотское море	0,36	37,3	2,06	69,2	5,58	61,9
Море Бофорта	0,50	55,7	1,57	66,3	4,15	65,6
Северная часть Канадского района	0,18	22,7	1,81	80,6	-1,17	23,9

Примечание: Vx – значение линейного тренда в °C/10 лет; D – вклад тренда в полную дисперсию, %; жирным шрифтом выделены статистически значимые на 5% уровне тренды

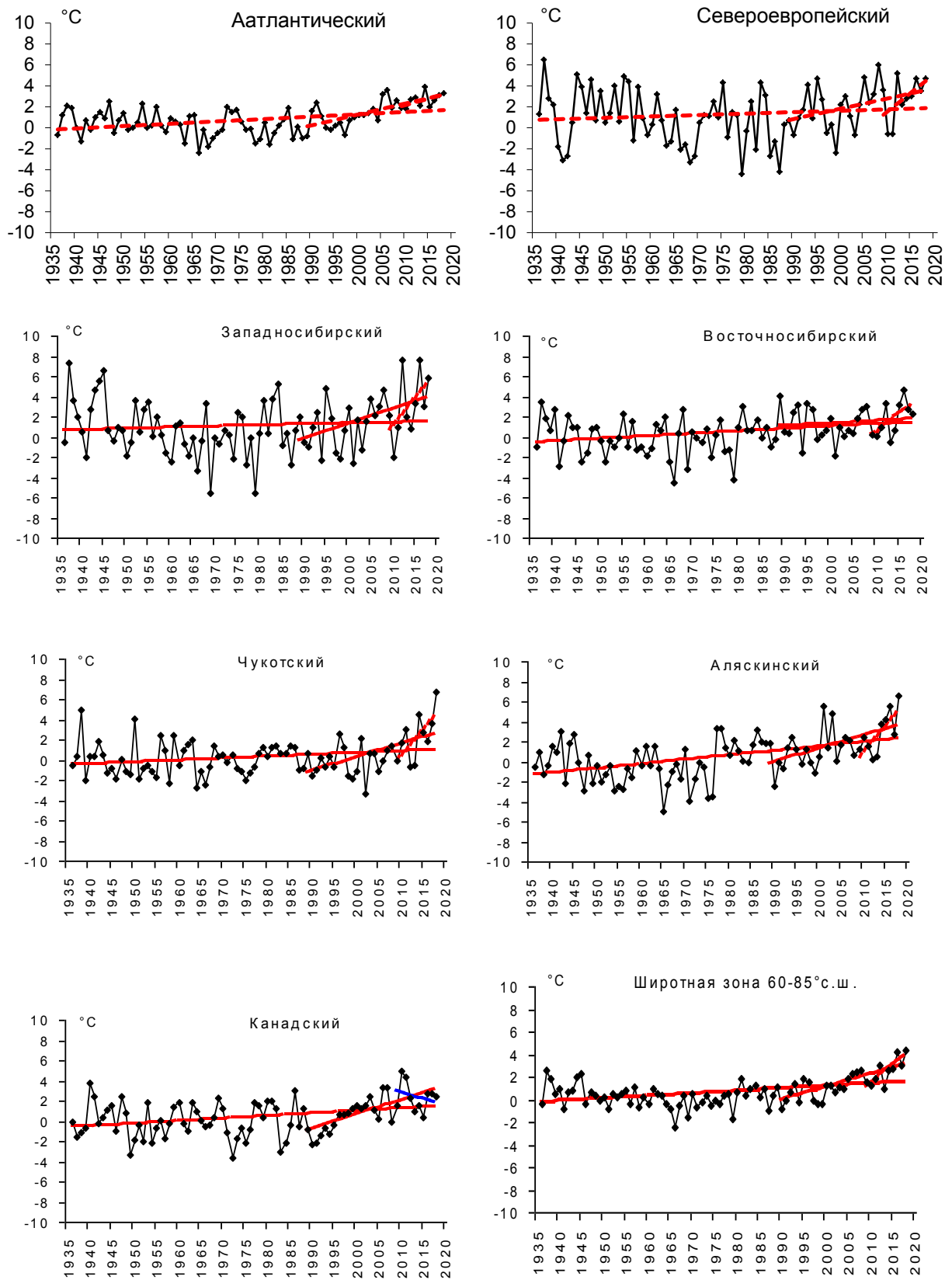


Рис. 1.16. Временные ряды аномалий средней за зимний сезон температуры воздуха в климатически однородных районах Арктики и в Арктическом регионе в целом, °C



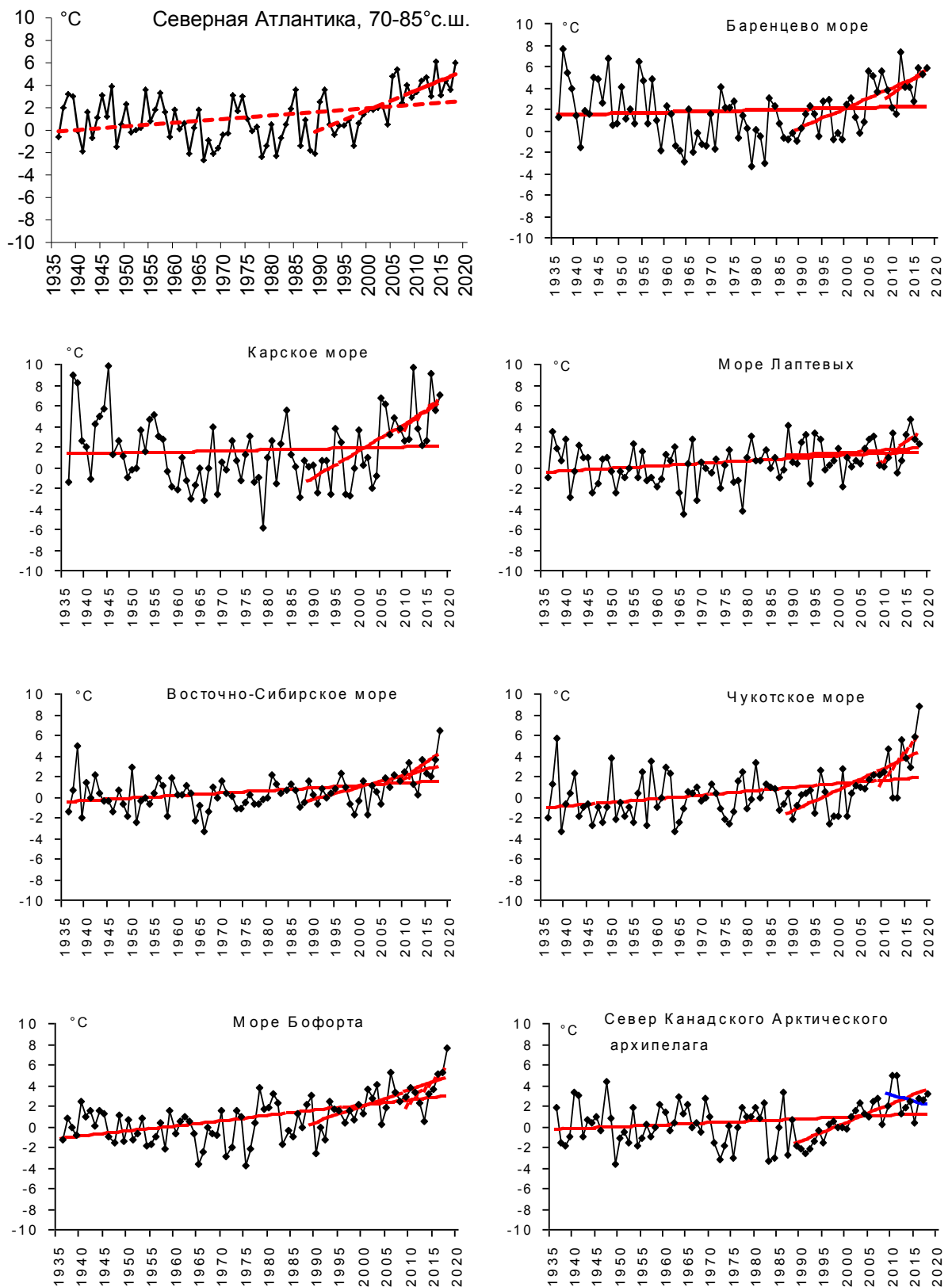


Рис. 1.17. Временные ряды аномалий средней за зимний сезон температуры воздуха над акваториями морей и Канадским архипелагом, °C



## 2 Ледовые условия и процессы в Северном Ледовитом океане и его морях в январе-марте 2018 года

Оценки развития ледовых условий в первом квартале 2018 г. получены по данным государственной наблюдательской сети, центров приема спутниковой информации Росгидромета, по данным экспедиционных исследований, проводимых в ААНИИ, на исследовательской базе «Мыс Баранова» и при осуществлении ряда международных проектов.

Оценка квантилей распределения общей сплоченности 5 и 50 % (медиана) выполнена на основе совмещенного месячного массива ледовых карт проекта ВМО "Глобальный банк цифровых данных по морскому льду" за 1945–2004 гг. (включает данные ААНИИ за 1945–1992 гг., Балтийских ледовых служб за 1960–1979 гг., Национального ледового центра США за 1972–2004 гг., Канадской ледовой службы за 1968–1998 гг. и Японского метеорологического агентства за 1970–2006 гг.). Расчет среднемесячных значений общей сплоченности для 2018 г. выполнен на основе массива ежедневных распределений оценки общей сплоченности по алгоритму NASATEAM из архива Национального центра данных США по снегу и льду.

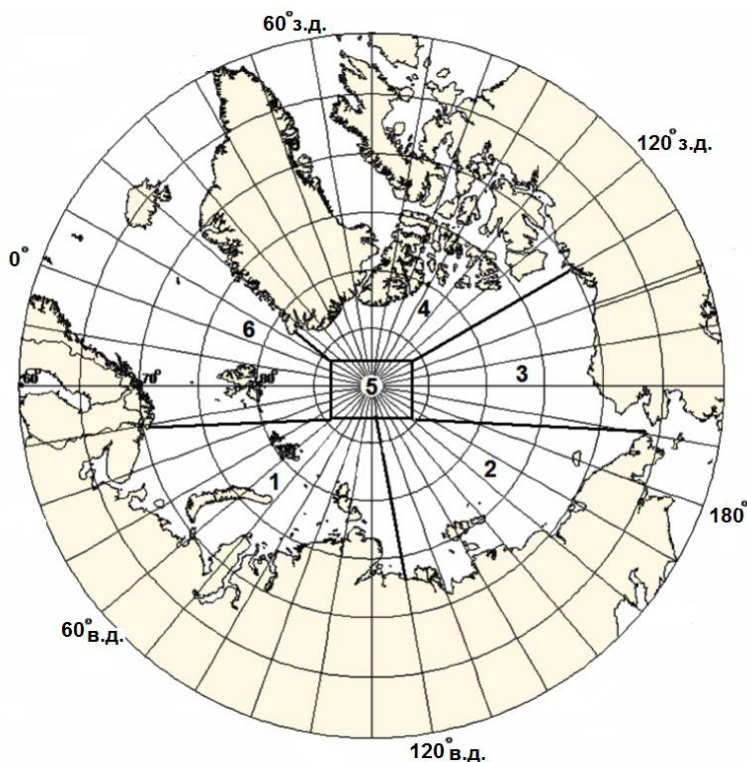
Со всей доступной исходной информацией можно ознакомиться на сайте ААНИИ по ссылке <http://www.aari.nw.ru/projects/ecimo/index.php>.

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

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

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

На рис. 2.1 показаны положение квазиоднородных районов и их границы, по которым проводится описание развития ледовых условий.



**Рис. 2.1. Районы Северного Ледовитого океана**

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

В предшествующий осенний период 2017 г. устойчивое ледообразование началось среди остаточных льдов в центральной части СЛО и в проливах Канадского арктического архипелага в первой декаде сентября, что в среднем на 5-10 суток позже среднемноголетних сроков.

Ледообразование в октябре 2017 г. характеризовалось низкой интенсивностью повсеместно, кроме моря Лаптевых и проливов Канадского арктического архипелага. В начале октября волна ледообразования подошла к северной границе всех арктических морей, что на 1-2 декады позже средних многолетних сроков.

В ноябре-декабре интенсивность ледообразования увеличилась, но в конце декабря большие участки акватории Баренцева и южной части Чукотского морей все еще оставались свободными ото льдов.



Количество молодых льдов, появившихся в СЛО и его морях с середины сентября по середину декабря, составило около 6,0 млн. км<sup>2</sup>, что на 0,7 млн. км<sup>2</sup> больше среднего многолетнего значения (12%).

В начале января 2017 г. в морях Карском, Чукотском и Бофорта преобладали однолетние тонкие льды. В центральных морях российского сектора Арктики (Лаптевых и Восточно-Сибирском) преобладали однолетние средние льды. Большое количество молодых льдов наблюдалось в Баренцевом и юго-западной части Карского моря. Небольшое количество остаточных льдов сохранилось в северной части моря Восточно-Сибирском в виде вытянутого языка по меридиану архипелага Новосибирских островов.

Основная масса старых льдов в СЛО была смещена в приполюсный район, в гренландский и канадский секторы Арктики (рис. 2.2).

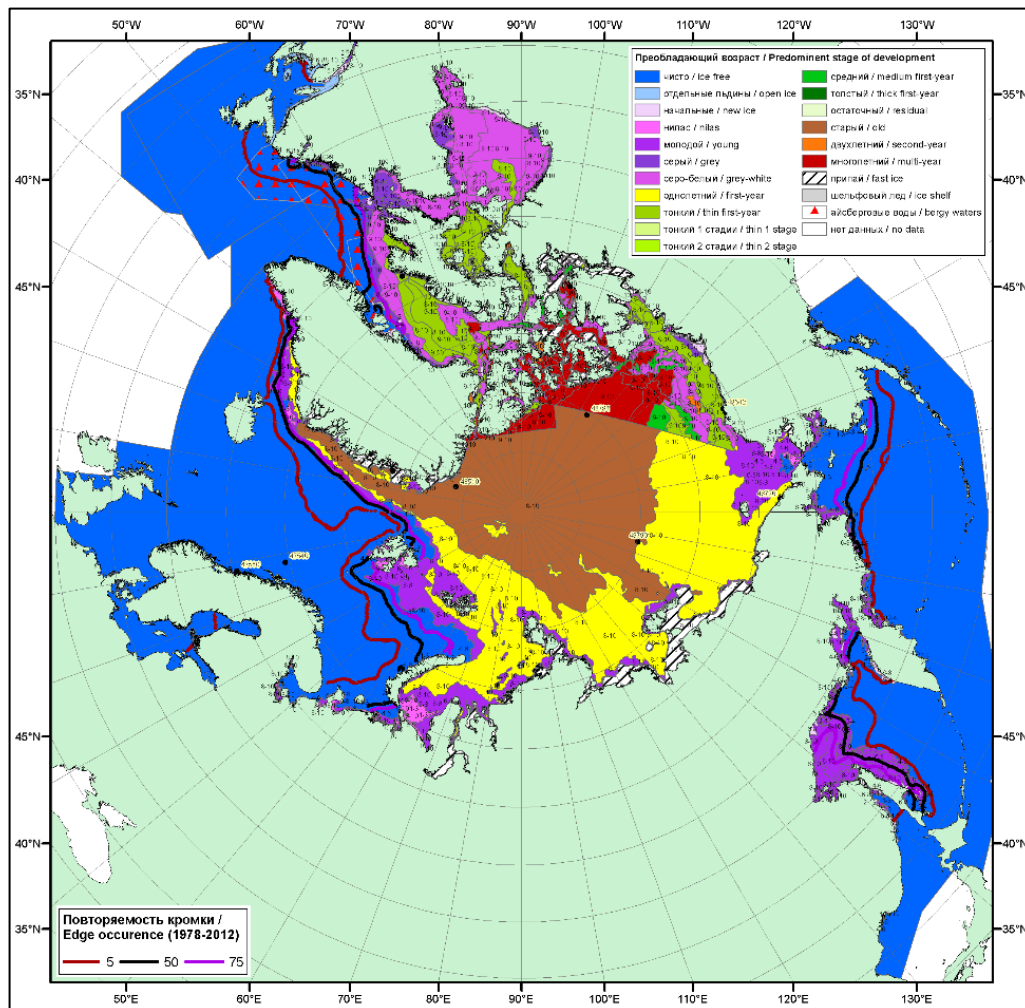


Рис. 2.2. Обзорная ледовая карта СЛО на конец декабря 2017 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США





По оценкам, выполненным в ААНИИ, общая площадь дрейфующих льдов в Северном Ледовитом океане в конце декабря 2017 г. составила 10,94 млн. км<sup>2</sup> при норме 11,57 млн. км<sup>2</sup>, т.е. была на 5,5 % меньше средних многолетних значений. Таким образом, в осенний период 2017 г. наблюдалось интенсивное увеличение площади распространения льдов (на 12 % больше нормы), при том, что толщина льда нарастала медленнее, по сравнению с нормой. Осенние процессы нарастания ледяного покрова существенно уменьшило отрицательную аномалию площади льда (до -5,5%), которая в середине сентября на момент максимального сокращения ледяного покрова составляла -23%:

Распределение ледяного покрова по сплоченности и по возрастным градам на каждый месяц и поля среднемесячного дрейфа за период январь–март 2018 г. приведены рис. 2.3–2.12.

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

Позднее начало ледообразования в осенний период, и невысокая интенсивность его нарастания привели к отставанию в развитии возрастного состава ледяного покрова в зимний период. Это проявилось во всех арктических морях, особенно в Баренцевом, Карском, восточной части Восточно-Сибирского, Чукотском и Бофорта. В середине января в этих морях преобладали молодые и однолетние тонкие льды (диапазон толщины 30-70 см). Только в центральных морях российской Арктики – в море Лаптевых и западной части Восточно-Сибирского моря, уже преобладали однолетние средние льды (диапазон толщины 70–120 см).

Появление однолетних толстых льдов (более 120 см) не наблюдалось даже у границы старых льдов, к северу от широты 80°с.ш., что также свидетельствует о низкой интенсивности нарастания толщины ледяного покрова.

Протяженный отрог двухлетних льдов сохранялся в северной части Восточно-Сибирского моря, в районе к северу от Новосибирских островов.

Становление припая вдоль арктического побережья всех арктических морей и их проливах, а также в проливах островов Канадского арктического архипелага происходило крайне медленно. Единственным районом, в котором было хорошо заметно развитие припая, был район Новосибирских островов.

Поле сплоченности льда было достаточно однородным. Преобладали сплоченные льды (сплоченность 9-10 баллов). Граница дрейфующих льдов в западном районе Баренцева моря обновила свое предыдущее минимальное положение для января (рис. 2.4).

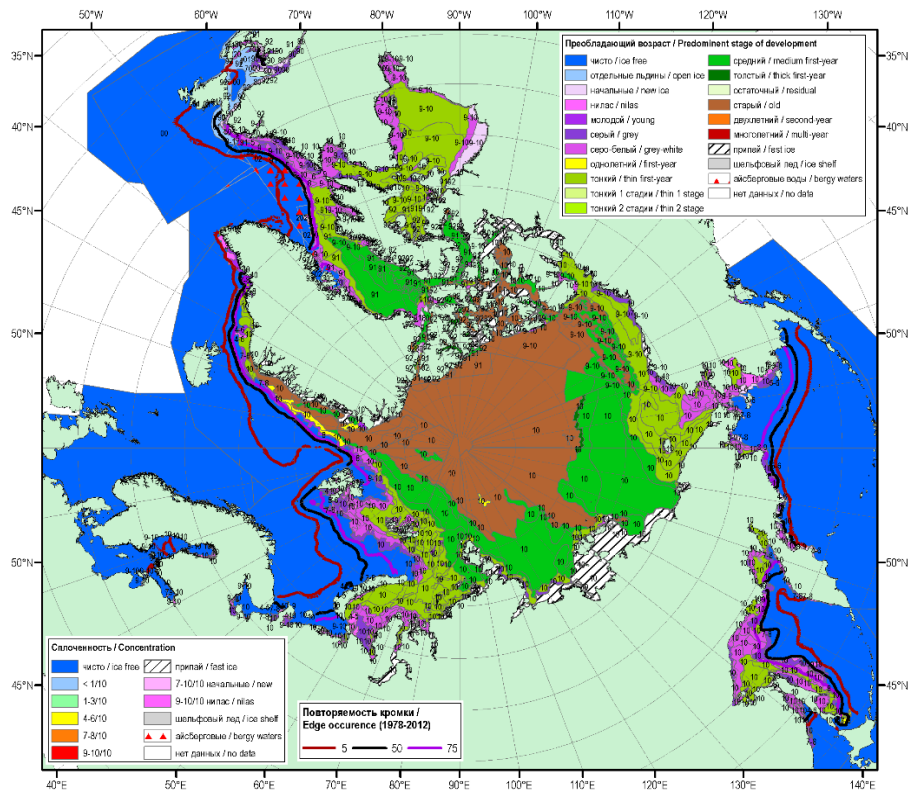


Рис. 2.3. Обзорная ледовая карта СЛО по возрасту льда за 15–18 января 2018 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

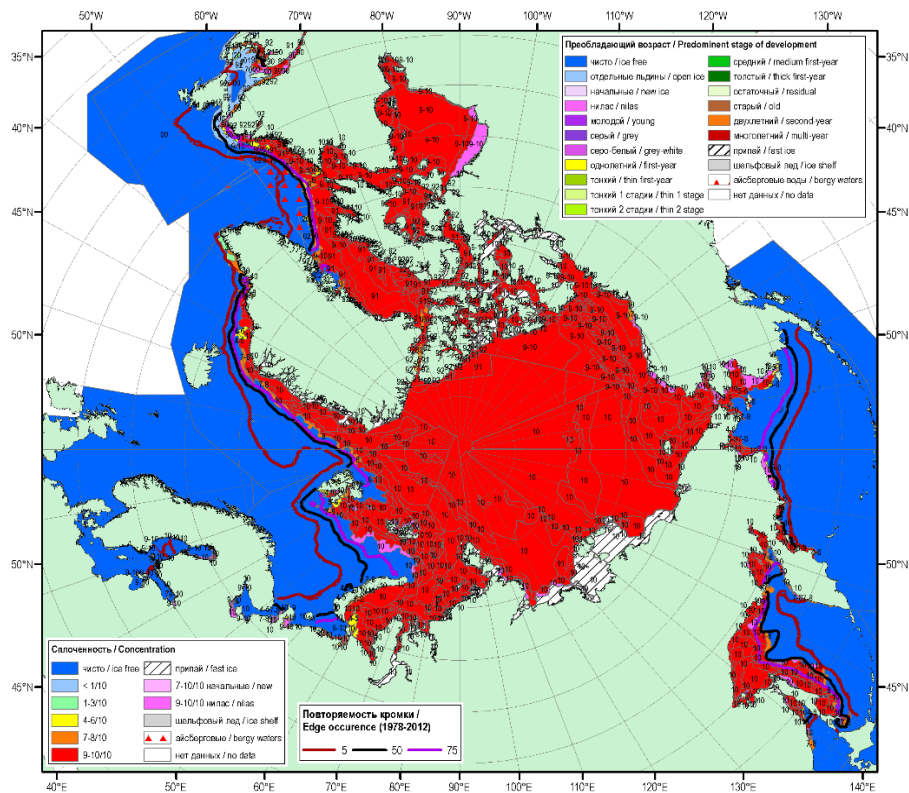
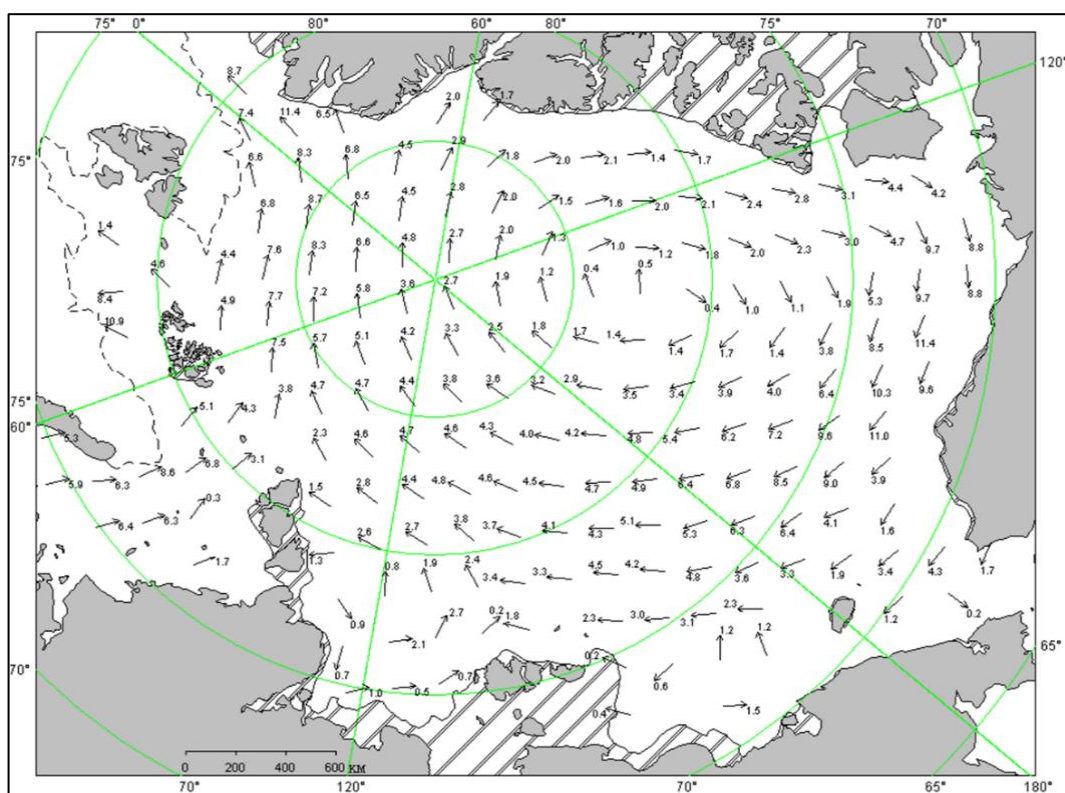


Рис. 2.4. Обзорная ледовая карта СЛО по сплоченности льда за 15–18 января 2018 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

В январе была хорошо развита только одна структура дрейфа льда – Канадский антициклонический круговорот, который гигантским вихрем охватил акваторию всего СЛО. Центр этого гигантского круговорота располагался на севере аляскинского сектора Арктики. Трансарктический перенос льдов практически отсутствовал. Наблюдался лишь незначительный вынос льдов из северной части Карского моря в центральный бассейн и далее соединение этого потока с периферией гигантского антициклонического круговорота. Часть потока на периферии круговорота выносило в пролив Фрама, но основная масса льдов поворачивала вдоль севера Гренландии и далее дрейфовала вдоль побережья Канадского Арктического архипелага (рис. 2.5).



**Рис. 2.5. Поле скорости результирующего дрейфа льда (км/сут) в январе 2018 г.**

(1 – направление и скорость (км/сут) дрейфа автоматического буя, 2 – результаты расчета в узле сетки, 3 – кромка молодого льда)

В результате развития такого необычного поля дрейфа, в которой наблюдалась только одна хорошо развитая структура – гигантский вихрь Канадского антициклонического круговорота, поле аномалий сплоченности льда выглядело достаточно однородным везде, кроме западных арктических морей – Баренцева и Карского. В этих морях и вдоль побережья Гренландии а также в проливе Фрама, наблюдались отрицательные аномалии сплоченности льда (зоны выделенные синим



цветом). В северных частях морей Бофорта, Чукотского и Восточно-Сибирского сформировались небольшие локальные зоны с положительными аномалиями сплоченности (зоны выделенные зеленым цветом) (рис. 2.6).

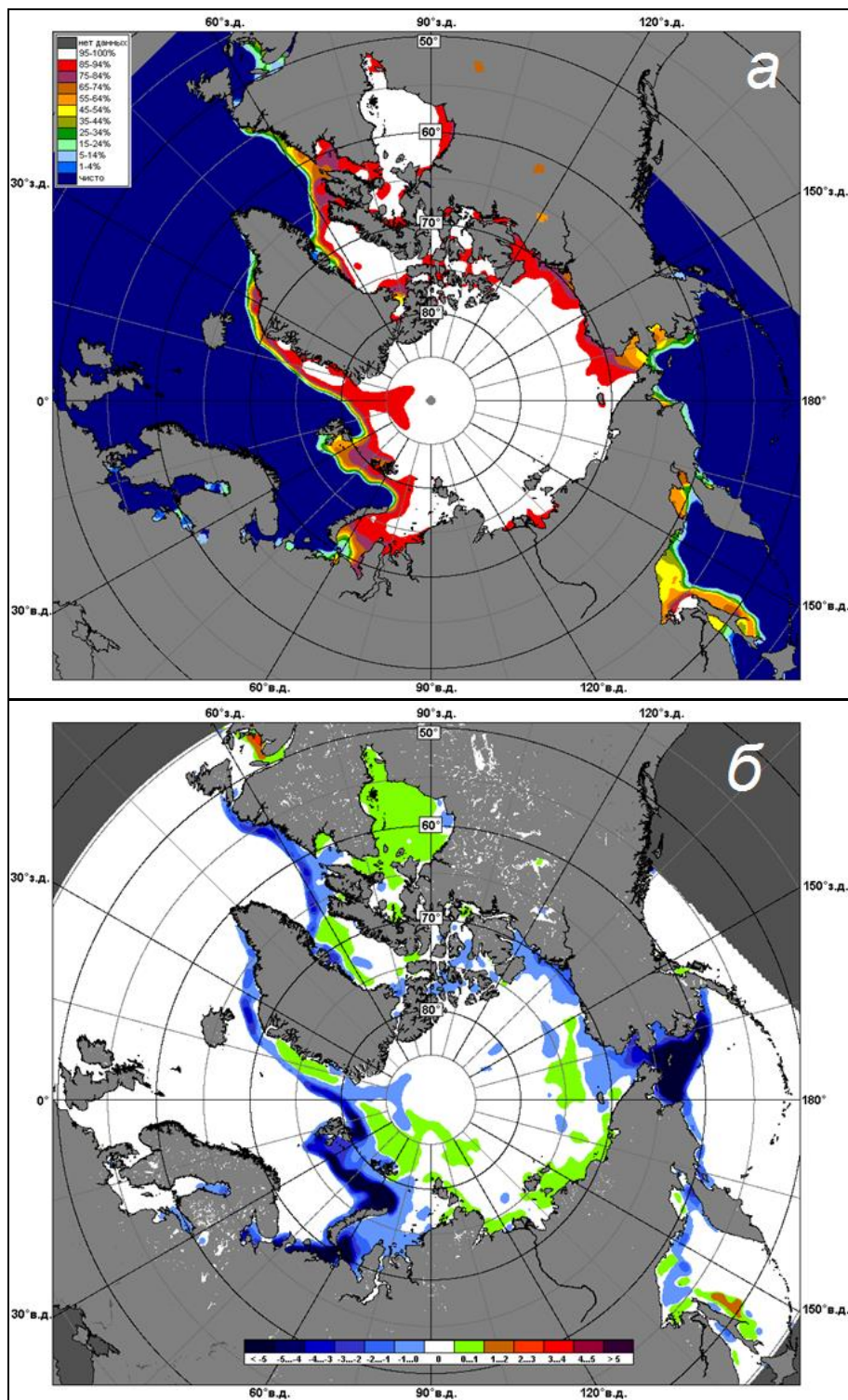


Рис. 2.6. Медианное распределение сплоченности льда в январе 2018 г.

(а) и её разность относительно медианного распределения за тот же месяц за период 1979–2018 гг. (б) на основе расчетов по данным SSMR–SSM/I–SSMIS, алгоритм NASATEAM



В феврале наблюдалось увеличение интенсивности нарастания толщины льда. В СЛО появились однолетние толстые льды в количестве сравнимом с количеством однолетних средних и тонких льдов. Однолетние толстые льды заменили однолетние средние льды в зонах, примыкающих к старым льдам, а также в морях Лаптевых и западной части Восточно-Сибирского. В остальных морях преобладали однолетние средние и тонкие льды, а в Баренцевом море преобладали молодые льды.

Припай во всех арктических морях был развит меньше своего среднего многолетнего значения. Слабо был развит припай в проливе Вилькицкого и на подходах к нему с запада и востока. Заприпайных полыней не наблюдалось. Язык двухлетних льдов, наблюдавшийся в январе в северной части Восточно-Сибирского моря, сместился к западу и расположился на границе двух морей, к северу от Новосибирских островов. На акватории всех российских арктических морей и в море Бофорта наблюдались льды всех возрастных категорий от преобладания молодых льдов в морях Баренцевом и Чукотском до преобладания однолетних толстых льдов в морях Лаптевых и Восточно-Сибирском (рис 2.7).

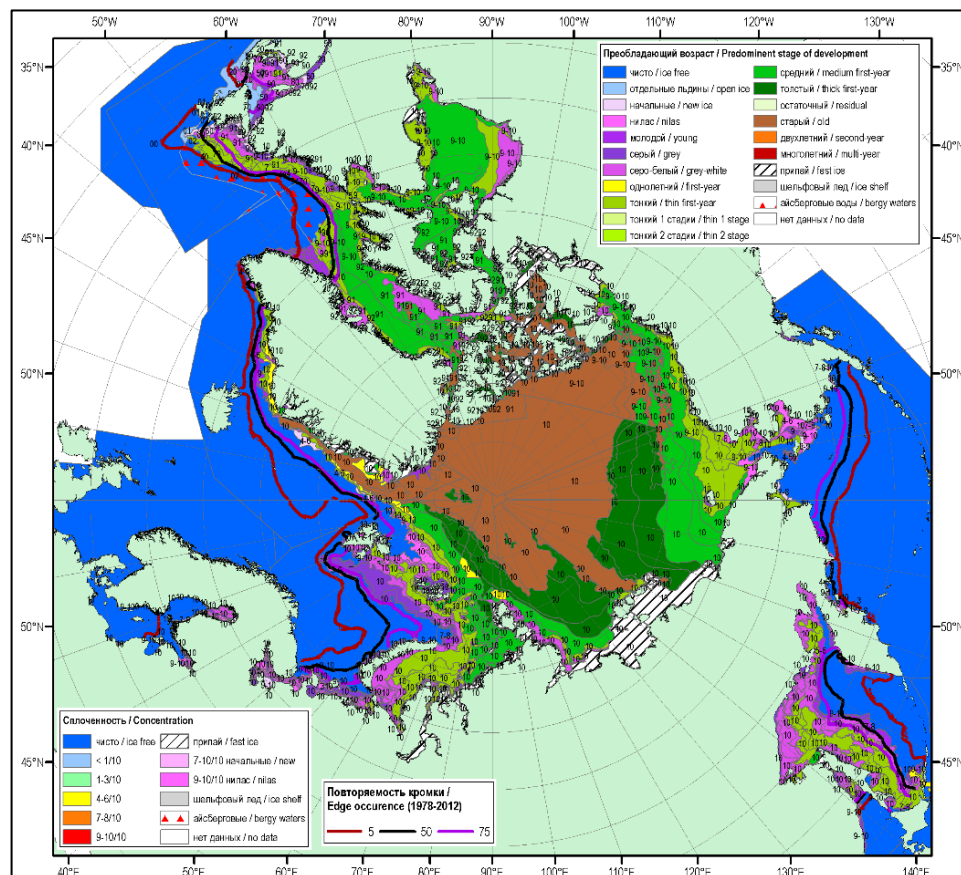


Рис. 2.7. Обзорная ледовая карта СЛО по возрасту льда за 19–22 февраля 2018 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США

Поле сплоченности льда было достаточно однородным. Преобладали сплоченные льды (сплоченность 9-10 баллов). Граница дрейфующих льдов в западном районе Баренцева моря обновила свое предыдущее минимальное положение для февраля (рис. 2.8).

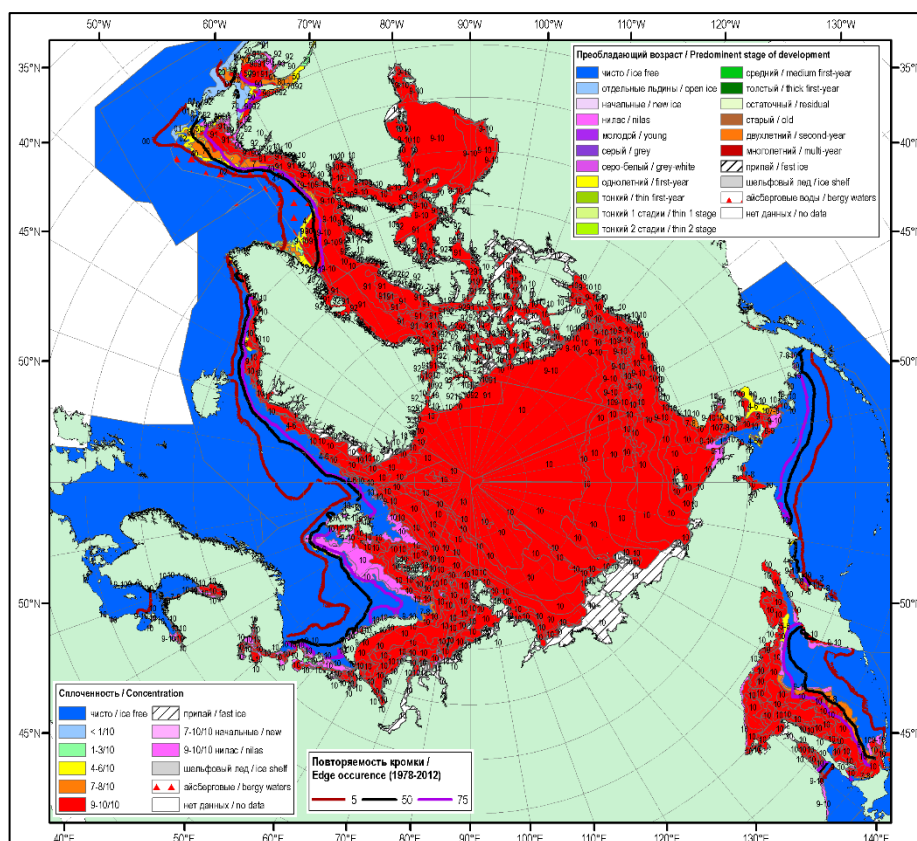
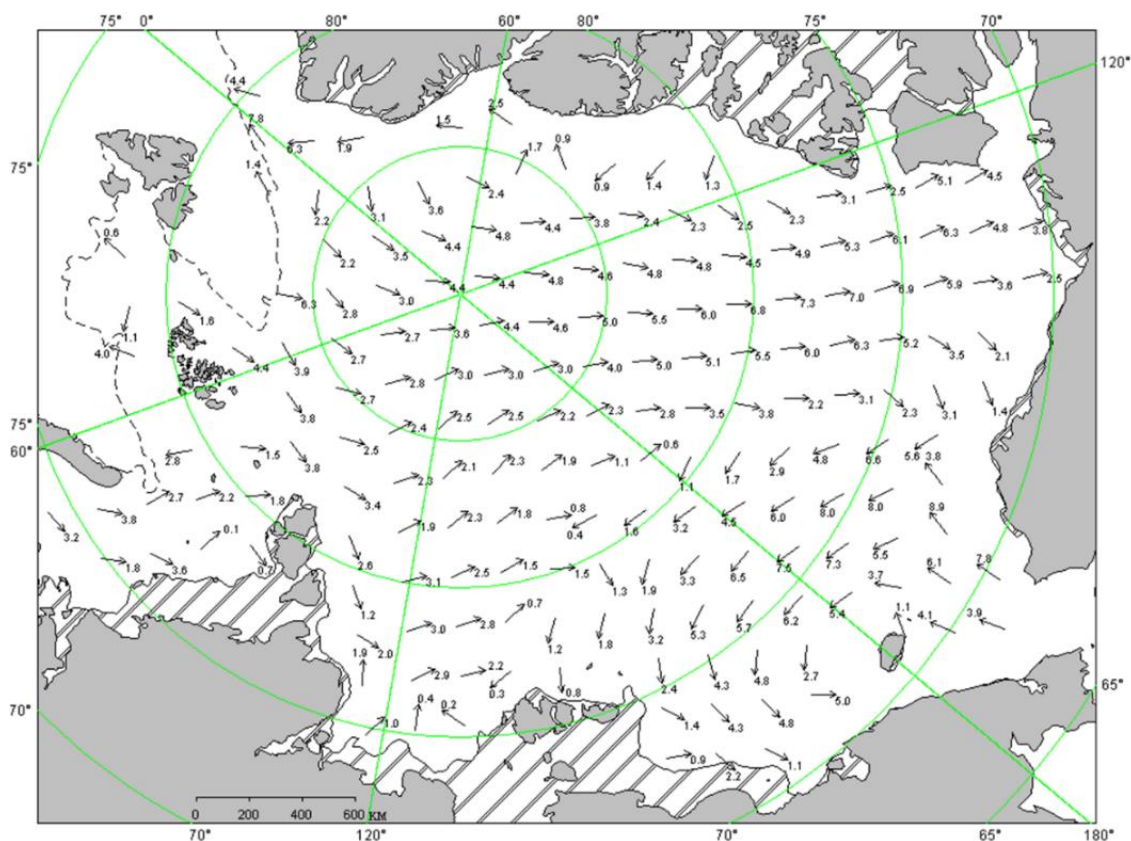


Рис. 2.8. Обзорная ледовая карта СЛО по сплоченности льда за 19–22 февраля 2018 г.

В связи с существенной перестройкой поля давления существенно изменилось поле дрейфа ледяного покрова. Устойчивые высокоширотные переносы западных и юго-западных направлений сформировали хорошо развитый трансарктический перенос льда в направлении запад (от Баренцева и Карского морей) на восток (в море Бофорта).

Второй, вновь сформировавшейся необычной структурой дрейфа, стал локальный циклонический круговорот над Чукотским и Восточно-Сибирским морем с центром над островом Врангеля. Необходимо отметить, что сформировавшаяся в феврале структура дрейфа ледяного покрова была крайне необычной (рис. 2.9).

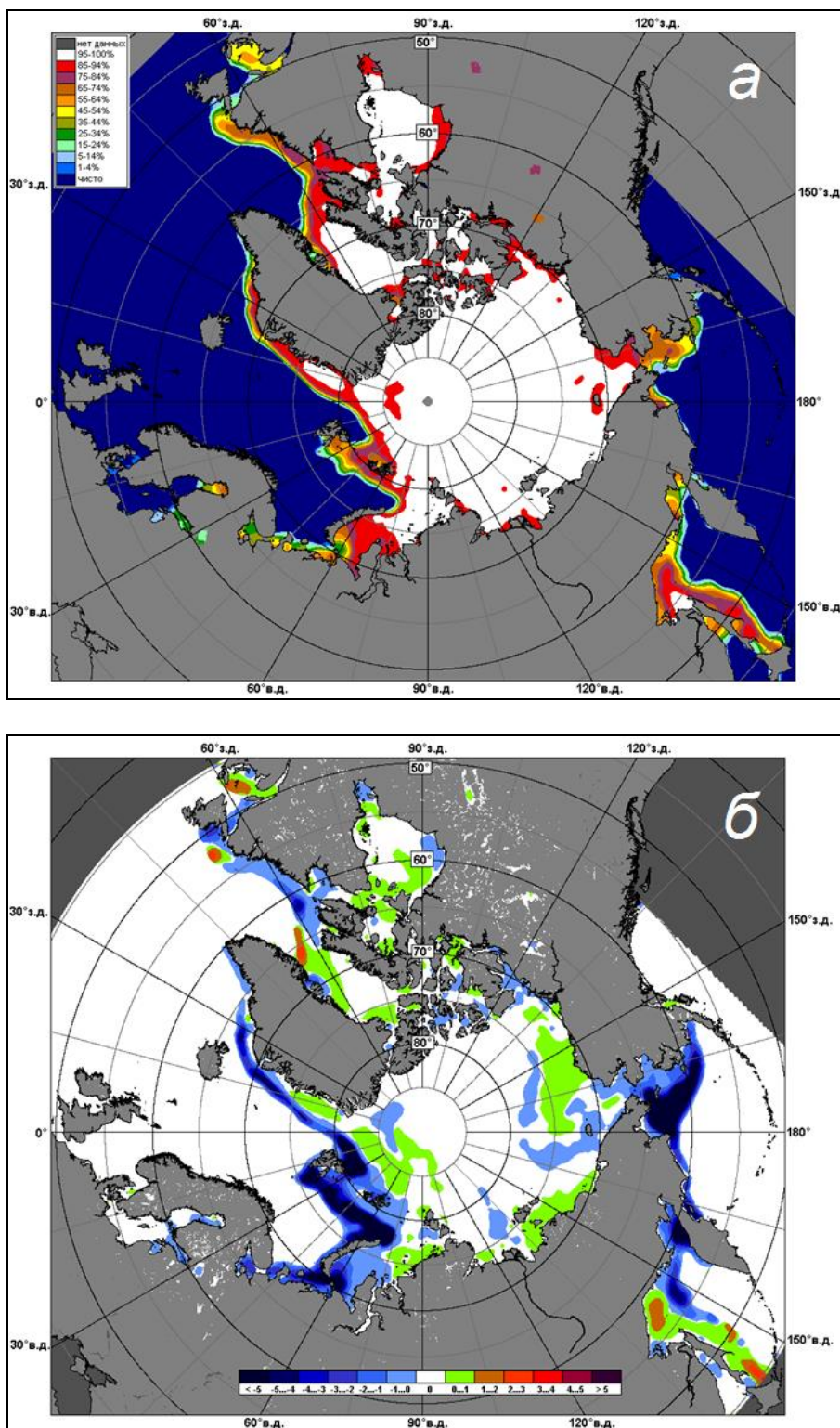


**Рис. 2.9. Поле скорости результирующего дрейфа льда (км/сут) в феврале 2018 г.**

Усл. обозначения см. рис. 2.5.

В результате развития такой необычной структуры дрейфа льда в феврале наблюдалось формирование поля сплоченности с хорошо выраженной областью отрицательной аномалий в западных окраинных морях (Баренцевом, Карском) (зоны выделенные синим цветом) и зоны повышенной сплоченности льда наблюдавшейся в море Бофорта (зоны выделенные зеленым цветом). Небольшие локальные зоны отрицательной аномалий сплоченности льда (зоны выделенные синим цветом) наблюдались в Чукотском море, а локальные зоны повышенной сплоченности льда (зоны выделенные зеленым цветом) наблюдались в Восточно-Сибирском море (рис. 2.10).





**Рис. 2.10. Медианное распределение сплоченности льда в феврале 2018 г.**

(а) и её разность относительно медианного распределения за тот же месяц за период 1979–2018 гг. (б) на основе расчетов по данным SSMR–SSM/I–SSMIS, алгоритм NASATEAM

В марте наблюдалось дальнейшее нарастание и развитие ледяного покрова, но происходило оно с низкой интенсивностью. Об этом свидетельствуют медленное



распространение однолетних толстых льдов в арктических морях и показатели нарастания толщины льда на полярных станциях. Граница однолетних толстых льдов в морях российского сектора Арктики существенно не изменилась по сравнению с февралем, хотя уже в марте однолетние толстые льды в среднем должны занимать акваторию большинства арктических морей. Появление однолетних толстых льдов наблюдалось только в северо-восточной части Карского моря и в северной части моря Бофорта. В возрастном составе во всех морях российского сектора Арктики по-прежнему преобладали смешанный состав льдов всех возрастных категорий с небольшим преобладанием однолетних толстых льдов. По-прежнему было много однолетних средних, тонких льдов, а также наблюдалось большое количество молодых льдов в морях Баренцевом, Карском и Чукотском.

Из-за постоянного выноса льдов из моря Лаптевых не установился припай на восточных подходах к проливу Вилькицкого со стороны моря Лаптевых (рис. 2.11).

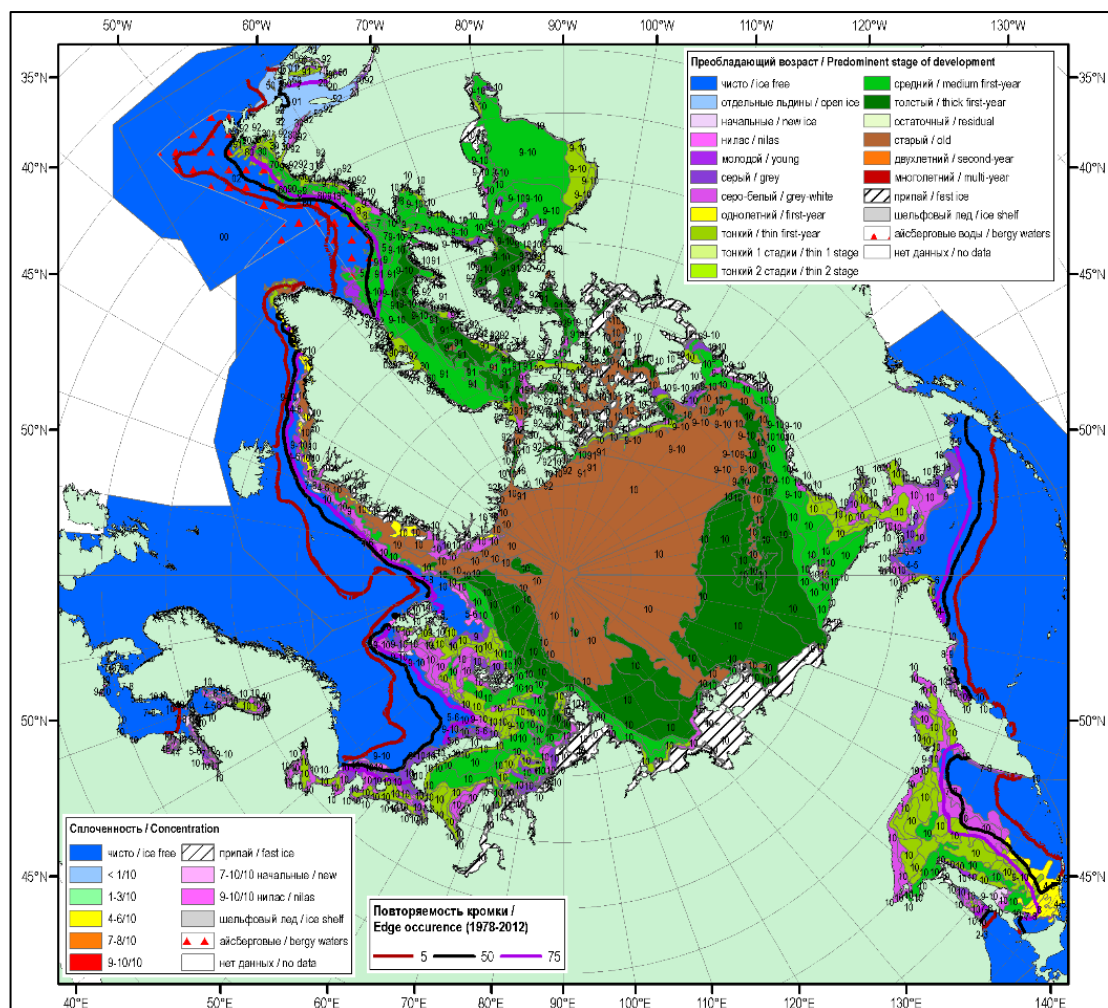
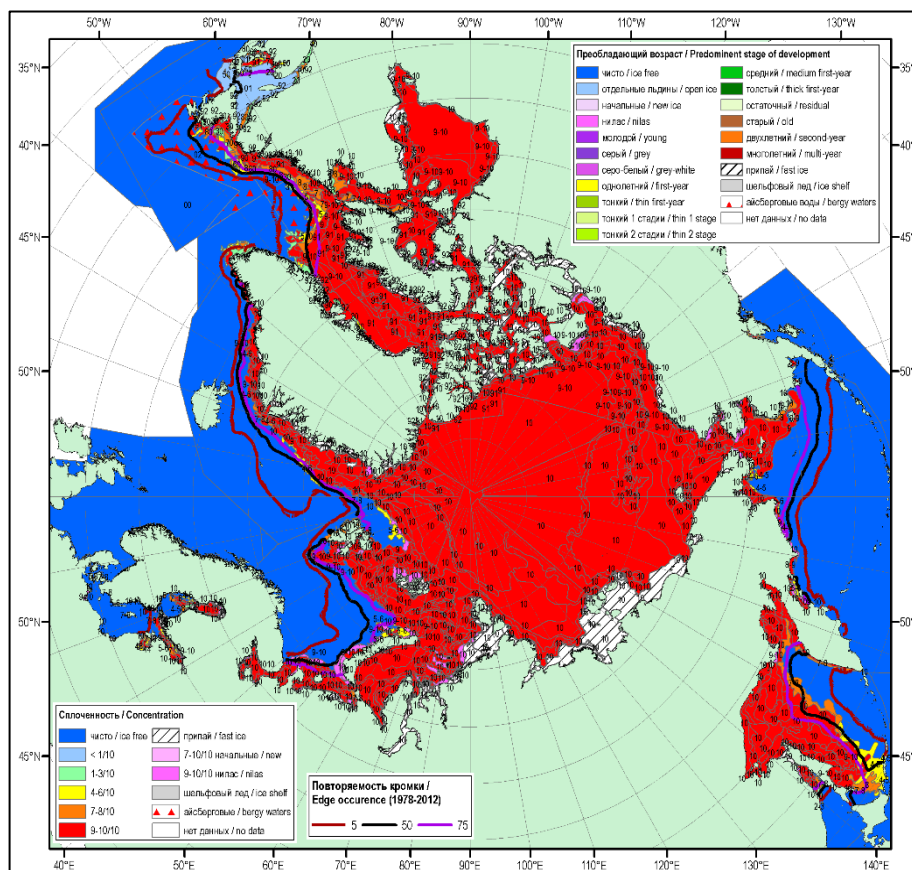


Рис. 2.11. Обзорная ледовая карта СЛО по возрасту льда за 19–20 марта 2018 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США



В поле сплоченности наблюдалась большая однородность, характерная для холодных зимних месяцев, когда любая полынья или разрыв в ледяном покрове сразу покрывается начальными и молодыми льдами. В результате быстрого замерзания появившихся пространств чистой воды, в холодные месяцы всегда наблюдается лед сплоченностью 9-10 баллов, хотя толщина его может быть совершенно различной (рис. 2.12).



**Рис. 2.12. Обзорная ледовая карта СЛО по сплоченности льда за 19–20 марта 2018 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США**

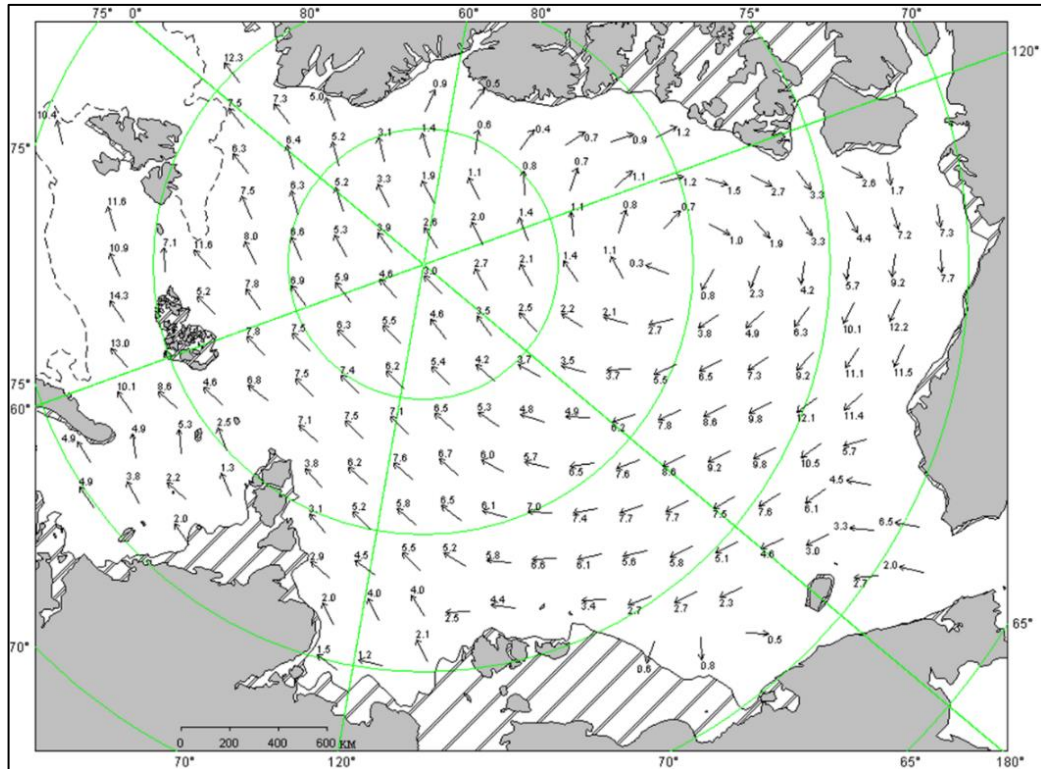
В марте сформировалось близкое к обычному поле дрейфа ледяного покрова, состоящее из двух основных структур – Трансарктического переноса льда и Канадского антициклонического круговорота.

Трансарктический перенос льда брал свое начало в северной части моря Лаптевых. Сам поток был хорошо развит, а его стрежень был смещен к западным арктическим морям. Трансарктический перенос льда осуществлял вынос льдов из северных частей морей Баренцева, Карского и Лаптевых и перенос этих льдов в пролив Фрама.

Канадский антициклонический круговорот был также хорошо развит. Его центр был смещен к северу от островов Канадского арктического архипелага. Гигантский вихрь,

занимающий 2/3 акватории океана, выносил льды из северных частей Восточно-Сибирского и Чукотского морей и приносил льды в море Бофорта.

Результирующее поле среднемесячного дрейфа за март приведено на рис. 2.13.



**Рис. 2.13. Поле скорости результирующего дрейфа льда (км/сут) в марте 2018 г.**

Усл. обозначения см. рис. 2.5.

В поле сплоченности льда сформировались несколько центров отрицательных и положительных аномалии сплоченности. Отрицательные аномалии сплоченности сформировались в основном в тех районах, из которых выносило лед – западные окраинные моря, а также в Чукотском и Восточно-Сибирском морях (зоны выделенные синим цветом). Положительные аномалии сплоченности сформировались в тех районах, куда приносило лед (зоны выделенные зеленым цветом) в результате его дрейфа – море Бофорта (рис. 2.14).



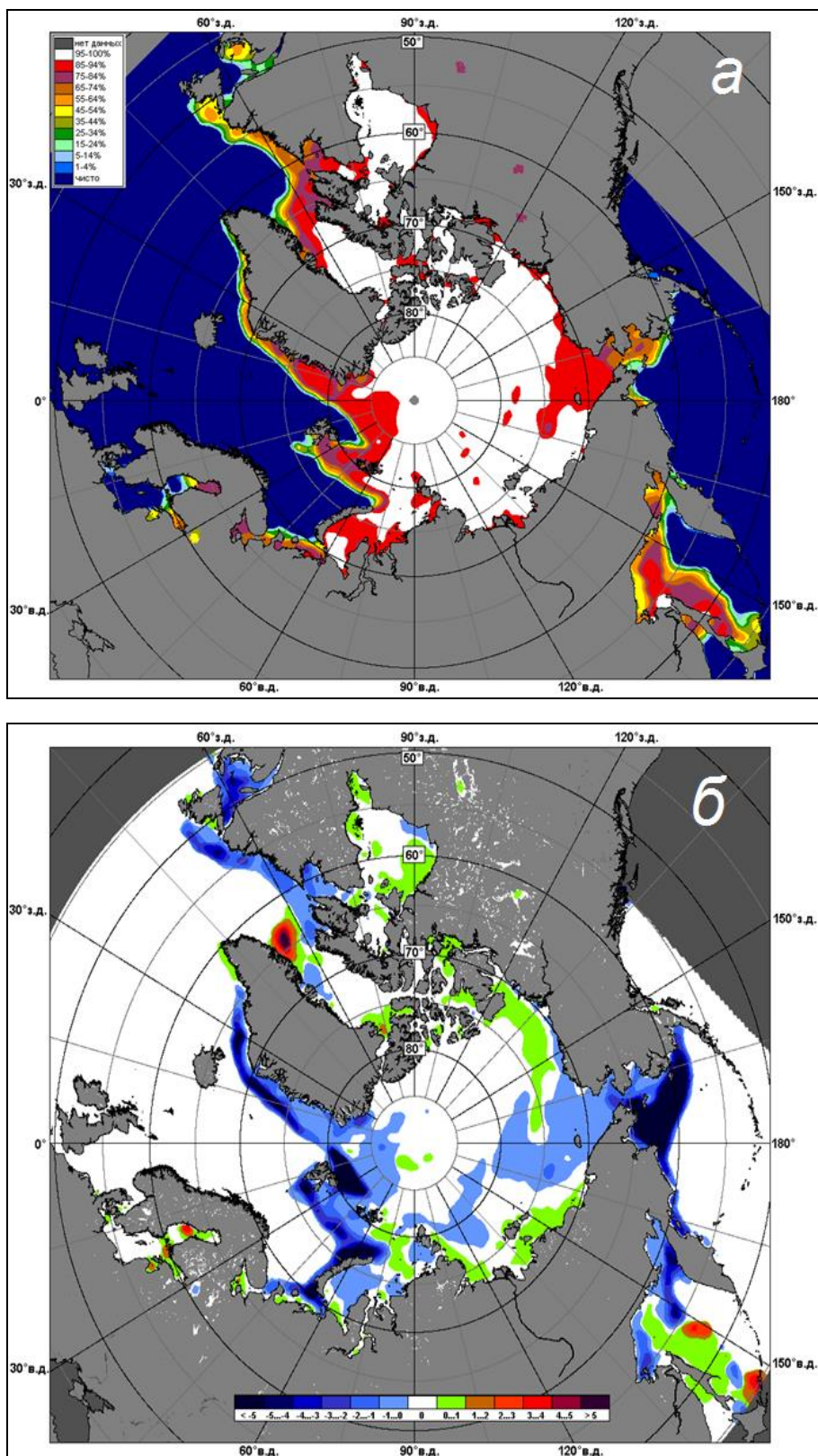


Рис. 2.14. Медианное распределение сплоченности льда в марте 2018 г.

(a) и её разность относительно медианного распределения за тот же месяц за период 1979–2018 гг. (б) на основе расчетов по данным SSMR–SSM/I–SSMIS, алгоритм NASATEAM



Позднее начало ледообразования и низкая интенсивность нарастания льда в морях в течение зимних месяцев 2018 г. привели к тому, что толщина льда по данным полярных станций во всех арктических морях была значительно меньше средних многолетних значений.

По данным полярных станций, во всех морях российского сектора Арктики толщина припайного льда была на 20-30 см меньше нормы (рис. 2.15).

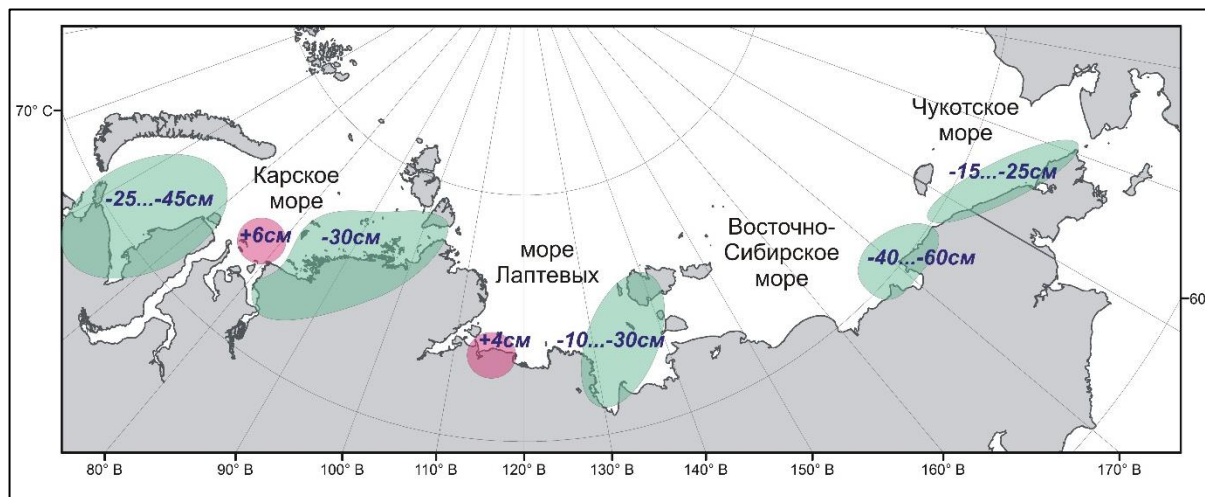


Рис. 2.15. Аномалии толщины льда в российских арктических морях в марте 2018 г.

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. Однако, впервые за последние годы полностью сформировался и устойчиво сохранялся в течение зимних месяцев припай в проливе Вилькицкого. В середине марта суммарная площадь припая в российских арктических морях составила 623 тыс. км<sup>2</sup> при норме 586 тыс. км<sup>2</sup>, что на 6 % больше средних многолетних значений, в основном за счет малого развития припая в морях западного района российского сектора Арктики.

Общее количество льдов в Северном Ледовитом океане по оценкам, выполненным в АНИИ, в конце первого квартала 2018 г. составило 11 708 тыс. км<sup>2</sup>, что на 2 % меньше среднего многолетнего значения и очень близко к норме за последнее десятилетие. Количество льда, наблюдавшееся в СЛО в конце марта 2018 г., оказалось больше чем в предыдущих 2016 и 2017 гг. (табл. 2.1, рис. 2.14 а).



Таблица 2.1

**Медианные значения ледовитости, их аномалии с 2013 по 2017 г., аномалии за 10-летний и 30-летний интервалы для Северного ледовитого океана и 3-х меридиональных секторов (за текущий 7-дневный интервал) по данным наблюдений SSMR-SSM/I-SSMIS, алгоритмы NASATEAM**

Северный Ледовитый океан

Месяц	S, тыс. км <sup>2</sup>	Аномалии, тыс. км <sup>2</sup> /%						
		2013 г	2014 г	2015 г	2016 г	2017 г	2008-2018гг	1978-2018гг
26.03-01.04	11707,8	-168,9	39,8	41,6	304,7	95,1	-14,4	-279,2
		-1,4	0,3	0,4	2,7	0,8	-0,1	-2,3
Сектор 45°W-95°E (Гренландское - Карское моря)								
Месяц	S, тыс. км <sup>2</sup>	Аномалии, тыс. км <sup>2</sup> /%						
		2013 г	2014 г	2015 г	2016 г	2017 г	2008-2018гг	1978-2018гг
26.03-01.04	3342,6	-260,2	111,8	79,8	363,5	142,4	-25,4	-354,1
		-7,2	3,5	2,4	12,2	4,4	-0,8	-9,6
Сектор 95°E-170°W (моря Лаптевых - Чукотское, Берингово, Охотское)								
Месяц	S, тыс. км <sup>2</sup>	Аномалии, тыс. км <sup>2</sup> /%						
		2013 г	2014 г	2015 г	2016 г	2017 г	2008-2018гг	1978-2018гг
26.03-01.04	4644,7	-274,1	31,4	219,1	-170,1	291,4	-88,3	-265,8
		-5,6	0,7	5,0	-3,5	6,7	-1,9	-5,4
Сектор 170°W-45°W (море Бофорта и Канадская Арктика)								
Месяц	S, тыс. км <sup>2</sup>	Аномалии, тыс. км <sup>2</sup> /%						
		2013 г	2014 г	2015 г	2016 г	2017 г	2008-2018гг	1978-2018гг
26.03-01.04	6272,8	-60,8	-446,0	-426,6	-260,1	-341,6	-317,1	-383,1
		-1,0	-6,6	-6,4	-4,0	-5,2	-4,8	-5,8

Необходимо отметить, что если в начале января 2018 г. отрицательная аномалия общего количества льда в СЛО составила 5,5%, то за первый квартал 2018 г. аномалия сократилась почти на 3,5% и составила 2%, что свидетельствует о достаточно интенсивном накоплении льда в СЛО в первом квартале года. Однако возрастной состав льдов и толщины льда по данным полярных станций были меньше среднемноголетних значений.

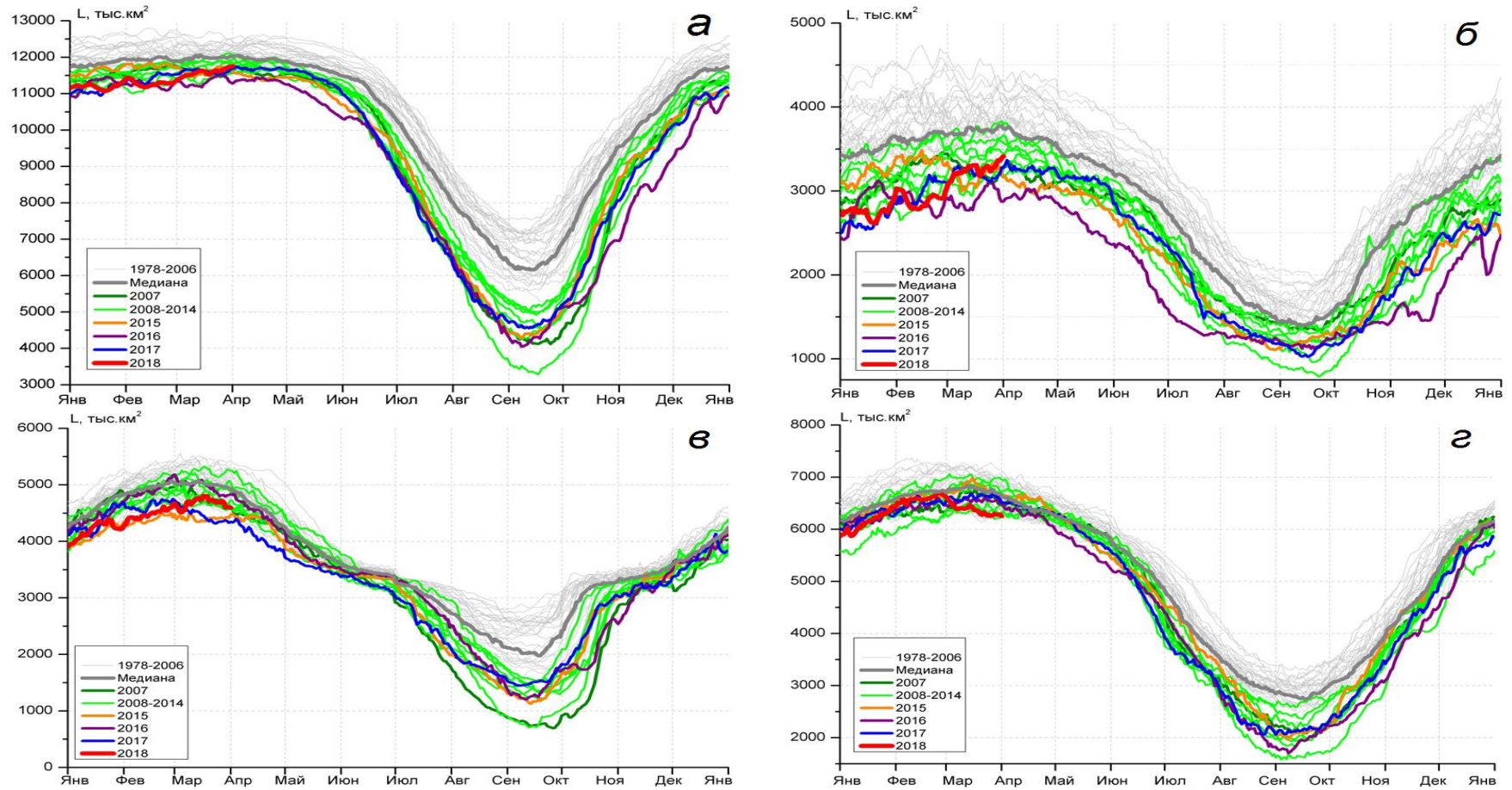


Рис. 2.14 – Ежедневные оценки сезонного хода ледовитости для СЛО и трех меридиональных секторов за период 26.10.1978 - 02.04.2018 гг. по годам на основе расчетов по данным SSMR-SSM/I-SSMIS, алгоритм NASATEAM: а) СЛО, б) сектор  $45^{\circ}\text{W}-95^{\circ}\text{E}$  (Гренландское–Карское моря), в) сектор  $95^{\circ}\text{E}-170^{\circ}\text{W}$  (моря Лаптевых–Чукотское и Берингово, Охотское), г) сектор  $170^{\circ}\text{W}-45^{\circ}\text{W}$  (море Бофорта и Канадская Арктика)



### 3. Гидрологические и гидрохимические условия Северного Ледовитого океана и его морей в январе - марте 2018 года

#### 3.1 Термохалинные условия в Арктическом бассейне по данным дрейфующей станции

Анализ термохалинного состояния вод Северного Ледовитого океана (СЛО) в первом квартале 2018 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, рис. 3.1).

Таблица 3.1

#### Сведения о наблюдениях за температурой и соленостью, выполненных на акватории СЛО в первом квартале 2018 г. и загруженных в БДТХ отдела океанологии ААНИИ

№ п/п	Экспедиция	Дата первой и последней станций		Число станций
1	ИТР 95	01.01.2018	06.01.2018	20
2	ИТР 101	01.01.2018	26.03.2018	170
3	ИТР 108	01.01.2018	31.03.2018	180

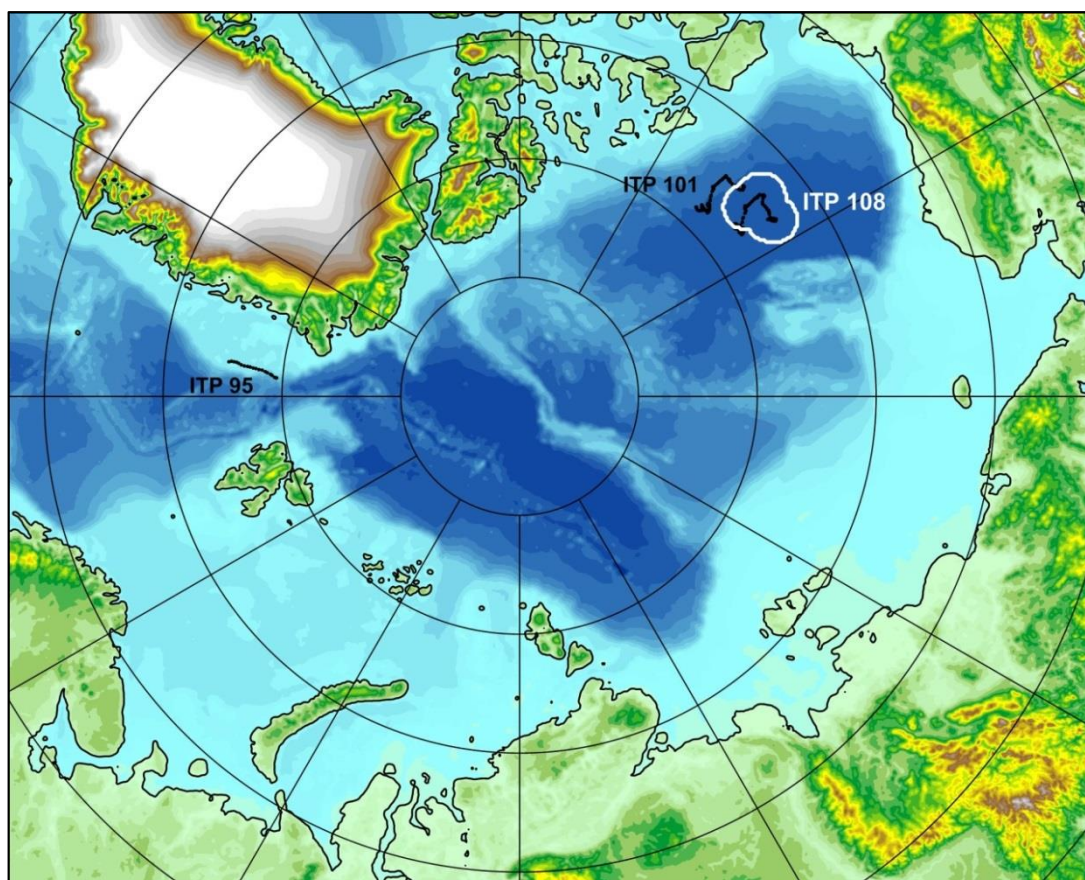


Рис. 3.1. Положение океанографических станций, выполненных на акватории СЛО в первом квартале 2018 г. и занесенных в БД термохалинных характеристик отдела океанологии ААНИИ



### Особенности вертикальной термохалинной структуры СЛО

Для изучения особенностей термохалинной структуры СЛО в первом квартале 2018 г. был осуществлен анализ вертикального распределения значений температуры и солености в предварительно выделенной группе океанографических станций. В качестве таковых использовались данные ИТР 108 в Канадской глубоководной котловине (рис. 3.1). В выделенной группе станций рассчитывались основные статистические характеристики (среднее, стандартное отклонение, минимальное и максимальное значения) вертикальных профилей температуры и солености. При дальнейшем анализе полученные статистические характеристики сравнивались с климатическими средними и их стандартными отклонениями, рассчитанными в период с 1900 по 2000 гг. для этого же района. Область поиска исторических данных (рис. 3.1, белый контур) был на 50-100 км шире по сравнению с областью расположения океанографических станций, используемых для анализа в 2018 году.

#### *Амеразийский суббассейн*

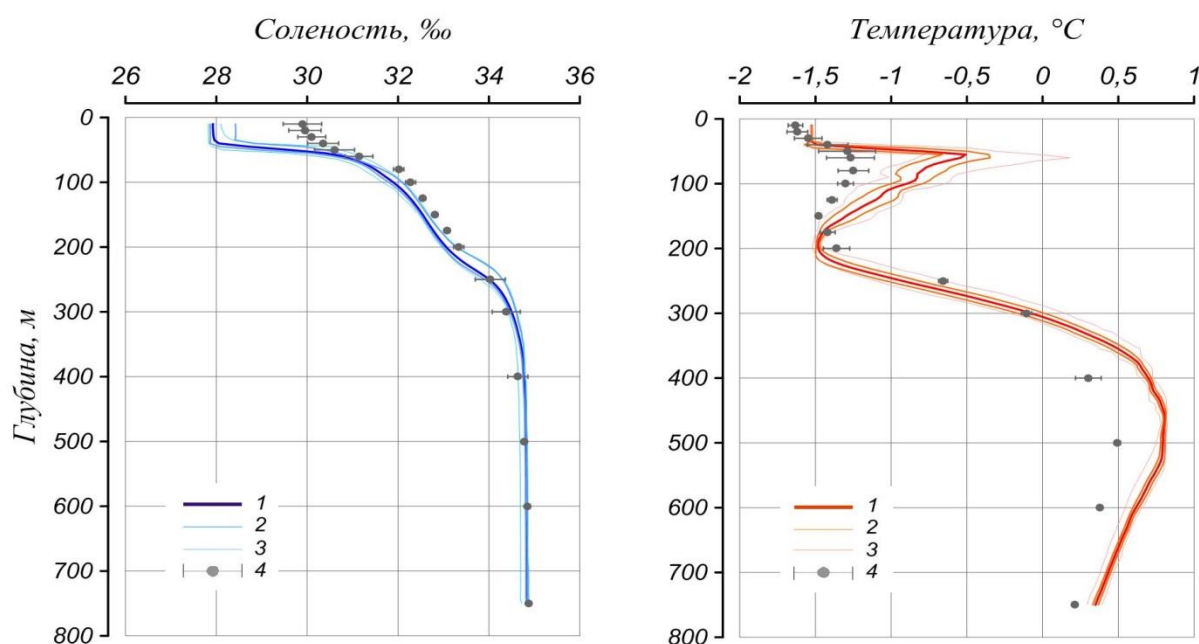
В первом квартале 2018 г. распределение термохалинных характеристик по глубине в центральной части Канадской глубоководной котловины по данным ИТР 108 соответствовало тенденциям, наблюдающимся на протяжении последних нескольких лет. Поверхностный слой по-прежнему демонстрирует существенное распреснение (27,9 ‰) в сравнении с климатической нормой (29,9 ‰). Значение отрицательной аномалии поверхностной солености составило -2,0 ‰ (рис. 3.2). В аналогичный период 2017 г. аномалия поверхностной солености составила -3,1 ‰, в 2016 г. – -2,3 ‰. Температура верхнего перемешанного слоя варьировалась в пределах -1,52 °С и незначительно превышала климатическое среднее (-1,63 °С), вследствие повышения температуры замерзания воды из-за наличия распресненного слоя.

Под верхним перемешанным слоем глубже 45 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 108 составило -0,51 °С, превышая климатическую норму на 0,74 °С. В 2017 г. аномалия температуры была больше и составила 1,5 °С, что связано по видимому с более южным расположением области поиска данных в 2017 г., находящейся в районе распространения наиболее теплой струи ЛТВ.

Так же, как и в предыдущие периоды, отмечалось увеличение глубины залегания нижней границы ЛТВ, которая составила 160 м (130 м согласно климатическим данным).

На глубинах от 170-210 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 заглублиение ядра зимних тихоокеанских вод. По данным ИТР 99 ядро холодных тихоокеанских вод залегало на глубине 195-200 м, в то время как по климатическим средним ядро наблюдалось на 150 м.

Глубже 210 м в Канадской глубоководной котловине наблюдается постепенное повышение температуры воды, обусловленное теплоотдачей атлантической водной массы (АВ). Верхняя граница слоя данной прослойки (0°C) по данным первого квартала 2018 года располагалась на глубине 310 м (в 2017 г. – 285 м; в 2016 г. – 330 м). Максимальное значение температуры воды в ядре АВ составило 0,8°C (450 м глубины), что на 0,3°C выше климатической нормы. Полученные оценки аномалий температуры АВ в 2018 г. полностью соответствуют значениям предшествующего 2017 г., что свидетельствует об отсутствии как положительного, так и отрицательного тренда температуры АВ в Амеразийском суббассейне СЛО.



**Рис. 3.2 – Вертикальное распределение солености и температуры воды в Канадской глубоководной котловине в январе-марте 2018 г. по результатам измерений профилографа ИТР 108.**

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

### Основные выводы

Согласно результатам наблюдений, выполненных в первом квартале 2018 г., гидрологический режим СЛО (в районе Канадской глубоководной котловины) продолжает характеризоваться аномальным состоянием по отношению к климатическому среднему. Распределение поверхностной солености характеризуется наличием выраженной отрицательной аномалии (-2,0 ‰) в Американо-Азиатском суббассейне. Сохраняется положительная аномалия температуры ядра атлантических вод (АВ), значение которой в Канадской глубоководной котловине составило +0,3°C. Также как и АВ, летние тихоокеанские воды характеризуются повышенной температурой, превышающей климатическое среднее на 0,7°C.

### 3.2 Уровень арктических морей

Характеристика особенностей колебаний уровня арктических морей за период с января по март 2018 года составлена по данным четырехсрочных наблюдений на 12-ти станциях, расположенных в морях Карском и Лаптевых (таблица 3.2). В Восточно-Сибирском и Чукотском морях наблюдения за уровнем моря не производились ни на одной из станций.

Таблица 3.2.

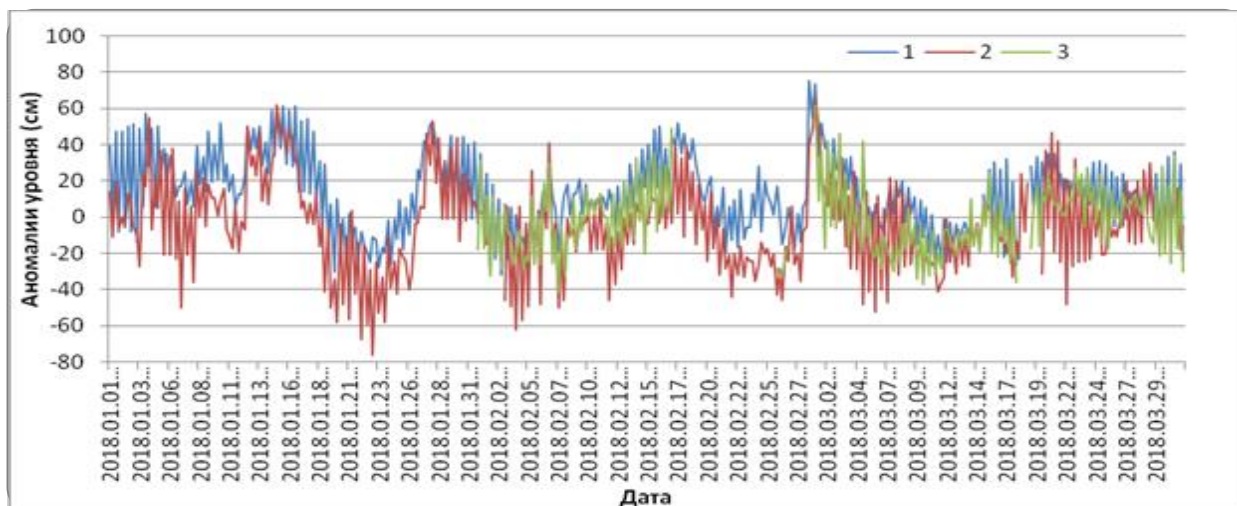
#### Полярные станции, на которых осуществлялись наблюдения за колебаниями уровня в период январь – март 2018 г.

	Станция	Широта	Долгота
<b>Карское море</b>			
1	им.Е.К. Фёдорова (м. Болванский Нос)	70 27 N	59 05 E
2	Амдерма	69 45 N	61 42 E
3	Усть-Кара	69 15 N	64 31 E
4	Новый Порт	67 41 N	72 53 E
5	Сопочная Карга	71 52 N	82 42 E
6	о. Диксон	73 30 N	80 24 E
7	м. Стерлегова	75 25 N	88 54 E
8	ГМО им.Е.К. Фёдорова (м. Челюскина)	77 43 N	104 17 E
<b>море Лаптевых</b>			
9	Анабар	73 13 N	113 30 E
10	м. Кигилях	73 20 N	139 52 E
11	пр. Санникова	74 40 N	138 54 E
12	о. Котельный	76 00 N	137 52 E

В юго-западной части Карского моря (рис. 3.3) по данным станции Усть-Кара колебания уровня в январе находились около среднемноголетнего значения (+1 см), а в феврале (-10 см) и марте (-5 см) происходили на пониженном фоне. На станции им. Е.К. Фёдорова (м. Болванский Нос) измерения уровня производились только в феврале и марте, когда среднемесячный уровень был на 3 см и 1 см ниже среднемноголетнего значения, соответственно. На станции Амдерма в январе средний уровень на 19 см

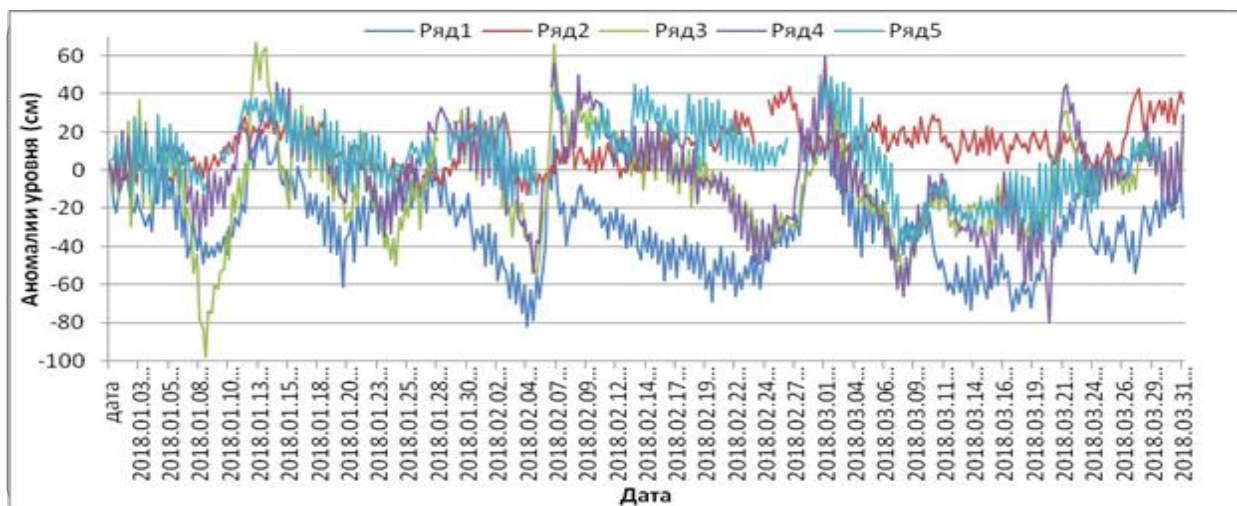
превышал среднемноголетнее значение, а в феврале и марте среднемесячные значения уровня понизилось до +10 см.

Наибольший подъем уровня в юго-западной части Карского моря отмечался 28 февраля, когда уровень на станции Амдерма поднялся на 75 выше среднемноголетнего значения. Наиболее значительное понижение уровня –76 см, относительно среднемноголетних значений, было зарегистрировано на станции Усть-Кара 23 января.



**Рисунок 3.3. Колебания уровня на станциях юго-западной части Карского моря в январе – марте 2018 г.**

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



**Рисунок 3.4. Колебания уровня на станциях восточной части Карского моря в январе – марте 2018 г.**

(1 – Диксон; 2 – Новый Порт; 3 – Сопочная Карга; 4 – м. Стерлегова; 5 – ГМО им. Е.К. Федорова (м. Челюскина))



В северо-восточной части Карского моря (рис. 3.4) на станции ГМО им. Е.К. Фёдорова (м. Челюскина) колебания уровня в январе и феврале происходили на повышенном фоне (+12 см +16 см), а в марте среднемесячные значения уровня приблизились к среднемноголетним (-5 см). На станции м. Стерлегова в январе среднемесячное значение уровня составило +6 см, в феврале приблизилось к среднемноголетнему (-1 см), а в марте опустилось ниже среднемноголетнего значения на 12 см. При этом в первом квартале 2018 г. на станции о. Диксон колебания уровня происходили на значительно пониженном фоне (-18 см -39 см). Менее значительный пониженный фон колебаний уровня наблюдался на станции Сопочная Карга: среднемесячный уровень для января составил -6 см, в феврале фон колебаний повысился, но оставался пониженным (-4 см), к марту среднемесячные значения были наименьшими (-11 см).

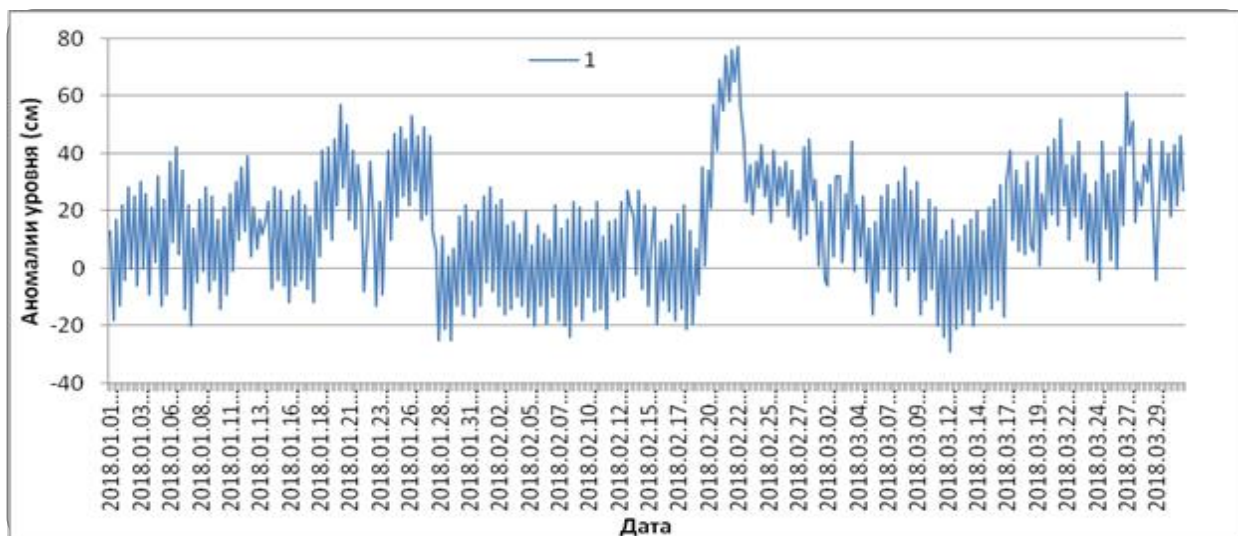
Наиболее существенное понижение уровня в этом районе наблюдалось 8 января на станции Сопочная Карга, когда значение уровня понизилось на 98 см относительно среднемноголетнего значения. Заметное понижение уровня отмечалось 17 и 20 марта: 17 марта уровень на станции м. Стерлегова понизился относительно среднемноголетних значений на 80 см, 20 марта на станции о. Диксон относительно среднемноголетних значений уровень понизился на 74 см. 4-5 февраля отмечалось общее понижение уровня на станциях Енисейско-Пясинского района, которое составило 82 см на станции о. Диксон, 55 см на станции Сопочная Карга и 54 см на станции м. Стерлегова.

Наиболее существенный подъем уровня в северо-восточной части Карского моря отмечался 13 января на станции Сопочная Карга, когда уровень повысился на 67 см относительно среднемноголетнего значения. Так же заметное повышение уровня отмечалось 1 марта, когда уровень поднялся относительно среднемноголетней величины на 50 см на станции ГМО им. Е.К. Фёдорова (м. Челюскина), на 54 см на станции Сопочная Карга и на 60 см на станции м. Стерлегова. 7 февраля также наблюдался подъем уровня, отмеченный на нескольких станциях: 66 см на станции Сопочная Карга и 56 см на станции м. Стерлегова.

На станции Новый Порт в Обской губе Карского моря (рис. 3.4) в январе - марте фон колебаний уровня находился на повышенном фоне (+7 см +17 см). Наиболее существенное понижение на этой станции наблюдались 4 февраля, и составило -13 см относительно среднемноголетнего уровня, а наиболее существенный подъем уровня отмечался 26 февраля (+ 44 см).

В юго-западной части моря Лаптевых на станции Анабар (рисунок 3.5) колебания уровня на протяжении всего первого квартала происходили на повышенном фоне (+14 см

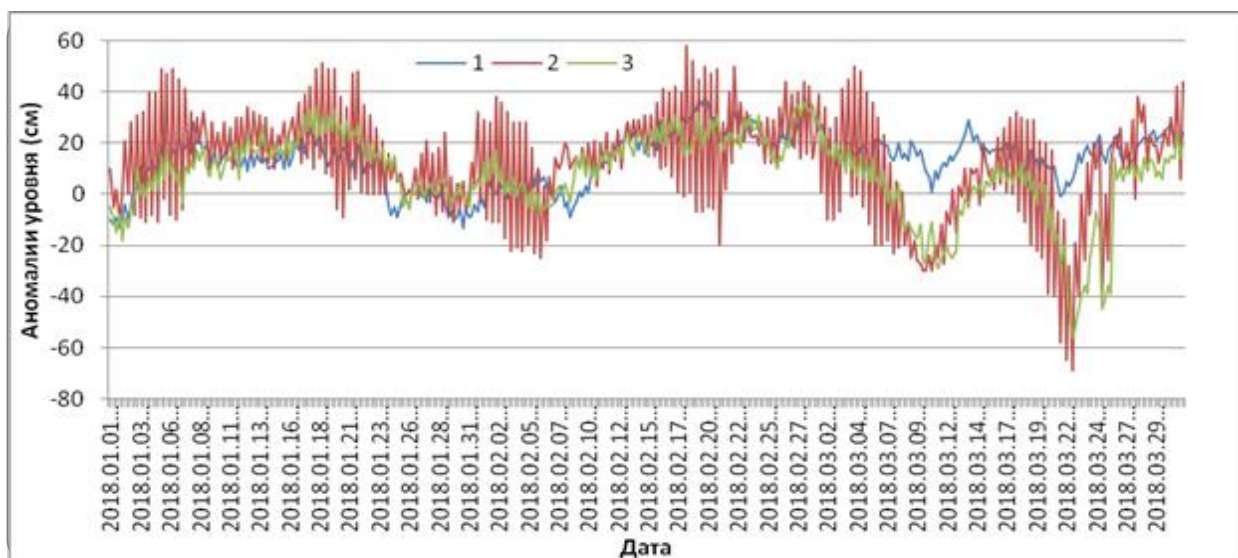
+16 см). Наибольший подъем уровня наблюдался 22 февраля (+77 см), а наибольшее понижение уровня наблюдалось 12 марта (-29 см).



**Рисунок 3.5. Колебания уровня в юго-западной части моря Лаптевых (Анабар) в январе – марте 2018 г.**

В восточной части моря Лаптевых (рисунок 3.6) на станциях м. Кигилях, пр. Санникова и о. Котельный на протяжении первого квартала отмечалась одинаковая тенденция в изменениях фона уровенных колебаний: в январе среднемесячные значения несколько превышали среднегодовые значения (+8 см +16 см). В феврале среднемесячные значения уровня на всех станциях этого района повысились на 1–8 см и были наибольшими (+16 см +17 см), в марте фон колебаний понизился и приблизился к среднемноголетним значениям: -3 см на станции пр.Санникова и +3 см на станции о.Котельный. Только на станции м. Кигилях фон колебаний уровня сохранился, среднемесячное значение уровня составило +16 см.

Наибольший подъем уровня в этом районе отмечался 18 февраля, когда уровень на станции о. Котельный поднялся на 58 см выше среднемноголетнего значения. Наиболее значительное понижение уровня происходило 22 марта и составило -56 см и -69 см на станциях пр. Санникова и о. Котельный соответственно.



**Рисунок 3.6. Колебания уровня на станциях восточной части моря Лаптевых в январе – марте 2018 г.**

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

Наблюдений за колебаниями уровня на станциях, расположенных в Восточно-Сибирском и Чукотском морях за первые 3 месяца 2018 г. не производилось, в связи с чем, дать какую-либо оценку особенностей колебаний уровня этого моря не представляется возможным.

### 3.3 Ветровое волнение на акватории арктических морей

По результатам модельных расчетов была выполнена оценка повторяемости максимумов значительных высот волн ( $H_s$  – significant wave height, обеспеченность 13 %) в арктических морях России с января по март 2018 г. Расчеты морского волнения осуществлялись с использованием спектрально-параметрической модели, разработанной в ЛО ГОИНе и модифицированной в ААНИИ. Положение кромки льда при расчетах задавалось по ежедневным спутниковым многоканальным микроволновым данным (SSM/I) и уточнялось по данным реанализа сплоченности льда ААНИИ.

Акватории морей Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского в первом квартале 2018 года были покрыты льдом. Карское море в начале января 2018 г. также было покрыто льдом, но в третьей декаде января к северо-востоку от арх. Новая Земля образовалась небольшая область чистой воды, которая сохранялась до 20-22 февраля. При этом, на свободной от льда акватории Карского моря в большинстве случаев развивалось волнение в диапазоне высот от 1 до 2 м. В конце февраля море вновь покрылось льдом. Сведения о распределении высот волн  $H_s$  для Баренцева моря приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2

**Повторяемость (число дней) различных градаций высоты волн (Hs) в Баренцевом море в первом квартале 2018 г.**

Месяц	Высота волн, м						
	0–1	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6	6–7
Январь	–	–	8	9	10	4	–
Февраль	–	4	11	3	6	2	2
Март	–	3	13	6	4	5	–
<b>Итого</b>	–	7	32	18	20	11	2

Как видно из таблицы 3.2, в первом квартале 2018 г. на акватории Баренцева моря в большинстве случаев развивалось волнение в диапазоне высот от 2 до 3 м.

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

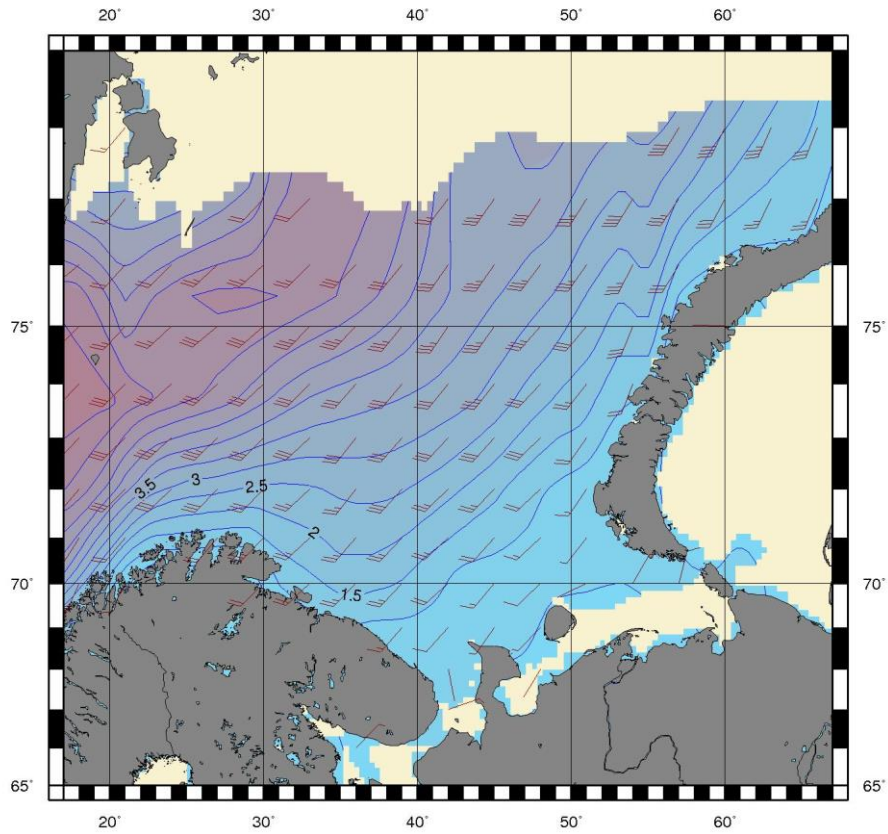
- 4 (13 %) – в январе (это значение в четыре раза ниже по сравнению с 2017 г.);
- 4 (14 %) – в феврале (это значение в два раза ниже по сравнению с 2017 г.);
- 5 (16 %) – в марте.

Самым штормовым месяцем в первом квартале стал февраль. Максимальная расчетная высота волн в феврале 2018 г. на входе в Баренцево море превысила 6,5 м (5 февраля на 6, 12 и 18 ч UTC). Продолжительность шторма составила 2 дня. Это максимальное значение значительно ниже по сравнению с первым кварталом 2017 г. (в январе 2017 г. было более 9 м).

Следующим по силе штормовой активности стал март (высота волн более 5,5 м рассчитана в Баренцевом море 18 марта на 06, 12 и 18 ч UTC). Продолжительность шторма составила 3 дня (с 17 по 19 марта).

На рисунке 3.7, в качестве примера, приведено поле ветра и высот волн Hs на акватории Баренцева моря на 12 ч UTC 5 февраля 2018 г.





**Рисунок 3.7 – Поле ветра и высоты волн ( $H_s$ , м) в Баренцевом море на 12 ч UTC 5 февраля 2018 г.**