

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 2014



Оглавление

Введение	3
1. Метеорологические условия Северной полярной области в январе - марте 2014 г..5	
1.1. Мониторинг крупномасштабных атмосферных процессов в полярном районе Северного полушария	5
1.2. Мониторинг метеорологических параметров в Северной полярной области	16
2. Ледовые условия и процессы в Северном Ледовитом океане и его морях.....	25
2.1. Развитие ледовых условий в зимний период (январь–март)	26
3. Гидрологические условия Северного Ледовитого океана и его морей в первом квартале 2014 г.....	38
3.1. Термохалинные условия в Арктическом бассейне	38
3.2. Уровень арктических морей	42
3.3. Ветровое волнение на акватории арктических морей.....	47

Введение

Настоящий обзор содержит описание особенностей развития метеорологических, ледовых и гидрологических процессов в Северном Ледовитом океане и его морях в первом квартале (январь-март) 2014 г. Фактическая информация для составления обзора получена по данным государственной наблюдательской сети, центров приема спутниковой информации Росгидромета, ледовой базы «Мыс Баранова», проектов Всемирной Метеорологической Организации 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 «ААНИИ».

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 (ответственный - зав. лабораторией к.г.н. Юлин А.В., зав. лабораторией к.г.н. Смоляницкий В.М., рук. группы к.т.н. Налимов Ю.В.).

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.г.н. Ашик И.М.).

Общее руководство и редакция обзора была выполнена директором ГУ «ААНИИ» д.г.н., профессором Фроловым И.Е.

Подготовку и оформление обзора осуществляли вед.инженеры отдела ледового режима и прогнозов Сороко С.О и Хотченков С. В.

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 2014 г.

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 2014 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-американский 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 2014 г. были выявлены следующие особенности их развития.

Фоновые особенности развития крупномасштабных атмосферных процессов за первый квартал 2014 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 2014 г.

Показатель	Индексы циркуляции атмосферы					
	Форма			Тип		
	<i>W</i>	<i>C</i>	<i>E</i>	3	M_1	M_2
Число дней	20	19	51	19	6	66
Аномалия	-11	-5	16	-5	-10	15

В период январь – март 2014 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 16 дней и составили 51 день.

Во втором секторе более высокую повторяемость имели меридиональные процессы типа M_2 . Данные процессы отмечались в 66 дней, что выше нормы на 15 дней.

Анализ процессов показал, что в январе – марте 2014 г. выделяется ряд естественных стадий с однонаправленным развитием крупномасштабных атмосферных процессов.

Ход среднемесячных аномалий числа дней с основными формами и типами циркуляции атмосферы в период с января по март 2014 г. представлен на рис. 1.1.

Схема развития и перестройки крупномасштабных атмосферных процессов в Северном полушарии с января по март 2014 г. выглядит следующим образом:

Январь – E_{M_2} → Февраль - E_{M_2+3} → Март – $W+C_{M_2}$

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

Тенденции изменения давления от месяца к месяцу в полярном районе представлены на рис. 1.2 в виде кривых накопленных (интегральных) аномалий давления отдельно для европейского и американского секторов Арктики. При положительных значениях аномалий давления интегральная кривая идет вверх, при отрицательных – вниз.

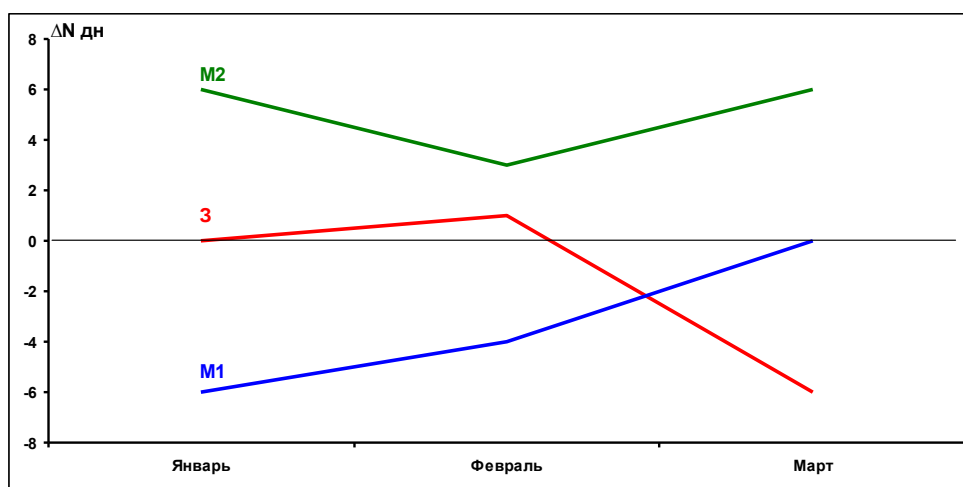
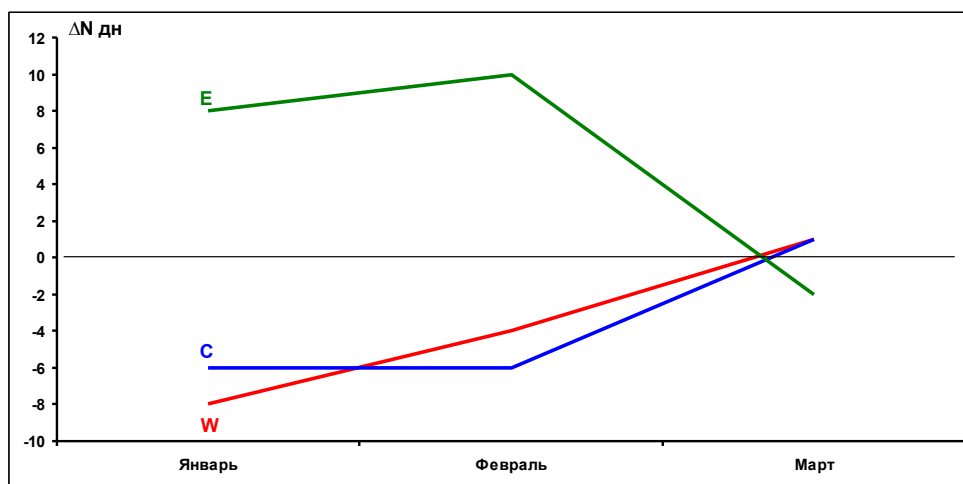


Рис. 1.1. Ход среднемесячных аномалий числа дней с основными формами и типами циркуляции атмосферы в период январь – март 2014 г.

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

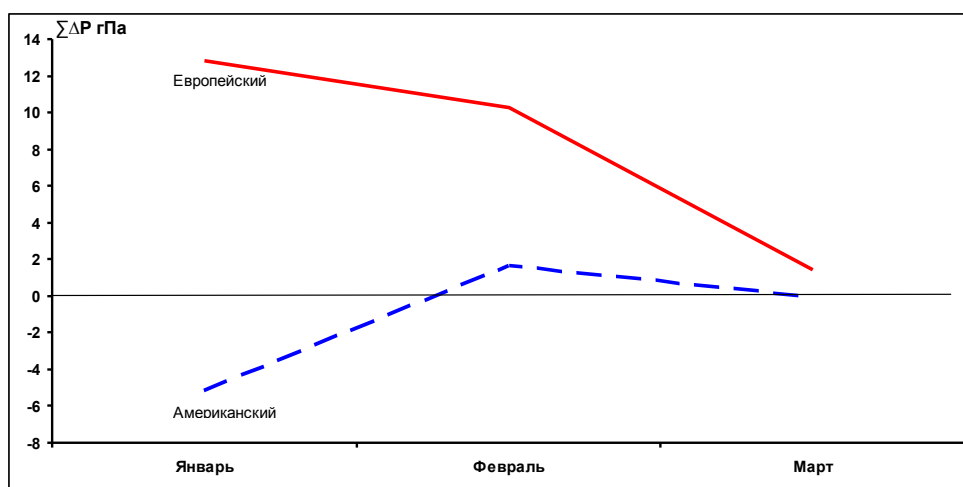


Рис. 1.2. Интегральные кривые среднемесячных значений аномалий давления (гПа) в январе-марте 2014 г. европейском и американском секторах полярного района Арктики.

В первом (атлантико-евразийском) секторе Арктики под влиянием циклонов Северной Атлантики отмечалась устойчивая тенденция у понижению фона давления от положительных к отрицательным аномалиям. Наиболее активная циклоническая деятельность отмечалась в марте.

Во втором (тихоокеано-американском) секторе Арктики на фоне усиления арктического антициклона наблюдалась тенденция роста давления от отрицательных к положительным аномалиям. Наиболее интенсивное влияние антициклона отмечалось в феврале.

Изменения среднемесячных значений аномалий температуры по полярному району в январе – марте 2014 г. представлены на рис. 1.3.

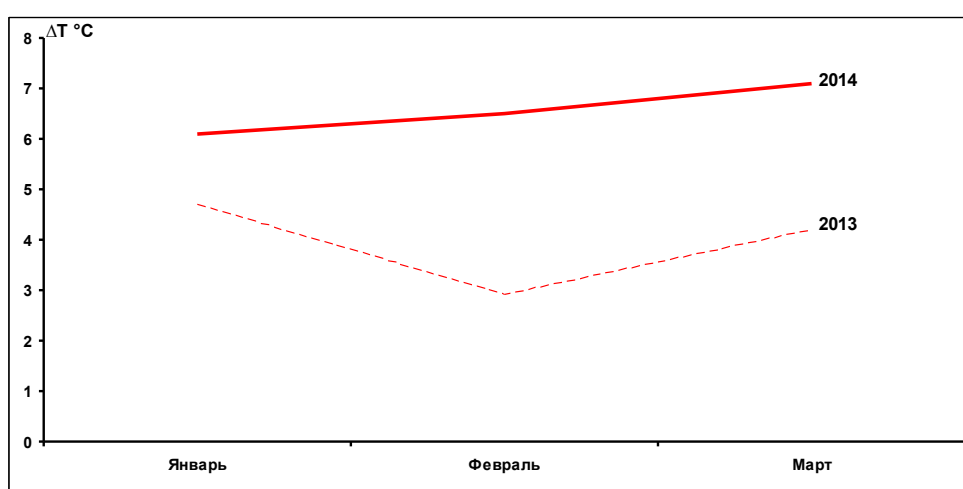


Рис.1.3. Средние месячные аномалии температуры воздуха (°C) в широтном поясе 70 – 85° с.ш. в январе – марте 2013 и 2014 гг.

Во все месяцы фон температуры в целом над полярным районом оставался аномально высоким и во всех месяцах значительно выше, чем в прошлом году.

Устойчивая тенденция к повышению температурного фона от января к марту была обусловлена перестройкой атмосферных процессов и сменой преобладающей адвекции воздушных масс в полярном районе. На фоне роста процессов западной формы циркуляции с высокоширотными траекториями циклонов в системе исландского минимума отмечалось усиление зональности в направленности воздушных потоков, которые обусловили усиление адвекции теплых воздушных масс из района Северной Атлантики.

Структурные особенности развития атмосферных процессов в первом квартале 2014 г. определялись 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 2014 г. и их влияние на структуру термобарических полей в отдельных районах Арктики представлены ниже.

Значения приземного давления и температуры в январе-марте представлены в виде полей среднего месячного давления и температуры и их аномалий.

В январе 2014 г. полярный район находился под влиянием высотного гребня континентального антициклона, под которым в приземном поле сформировался обширный антициклон. Вследствие этого циркумполярный вихрь на изобарической поверхности 500 гПа имел два центра. Один располагался в район Канады и второй над континентальной частью Евразии (рис. 1.4).

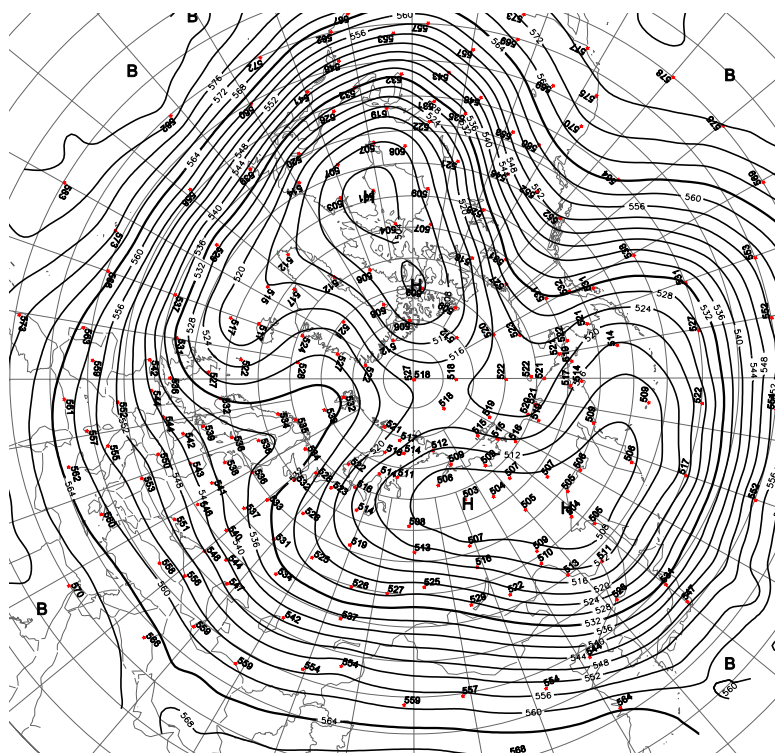


Рис. 1.4. Поля среднего геопотенциала (дам) изобарической поверхности 500 гПа в январе 2014 г.

В первом (атлантико-евразийском) секторе отмечалась повышенная повторяемость крупномасштабных атмосферных процессов восточной формы циркуляции. Под влиянием обширного арктического антициклона циклоны в системе исландского минимума смещались с запада на восток до Западной Европы. Фон давления в западных морях был значительно выше нормы. Среднемесячные положительные аномалии давления в Баренцевом море значений были выше 16 гПа (рис. 1.5). Преобладали воздушные потоки преимущественно южных направлений, которые обусловили устойчивую во времени адвекцию теплых воздушных масс в Арктику. Фон температуры был выше нормы.

Наиболее крупные положительные аномалии среднемесячной температуры (до 10-11 °С) отмечались в канадо-гренландском районе (рис. 1.6).

Во втором (тихоокеано-американском) секторе аномальноповышенную повторяемость имели крупномасштабные процессы типа M_2 . Характерной особенностью развития макропроцессов было усиление гребня арктического антициклона и взаимодействие его с гребнем антициклона над Северной Америкой. Вследствие этого циклоны в системе алеутского минимума смещались по сравнению с нормой с восточных направлений и более низкоширотными траекториями и не оказывали существенного влияния на полярный район Арктики (рис. 1.5). Фон давления был ниже нормы. При воздушных потоках восточных и юго-восточных направлений сформировался температурный фон, который оказался выше нормы на 6-10°С (рис. 1.6).

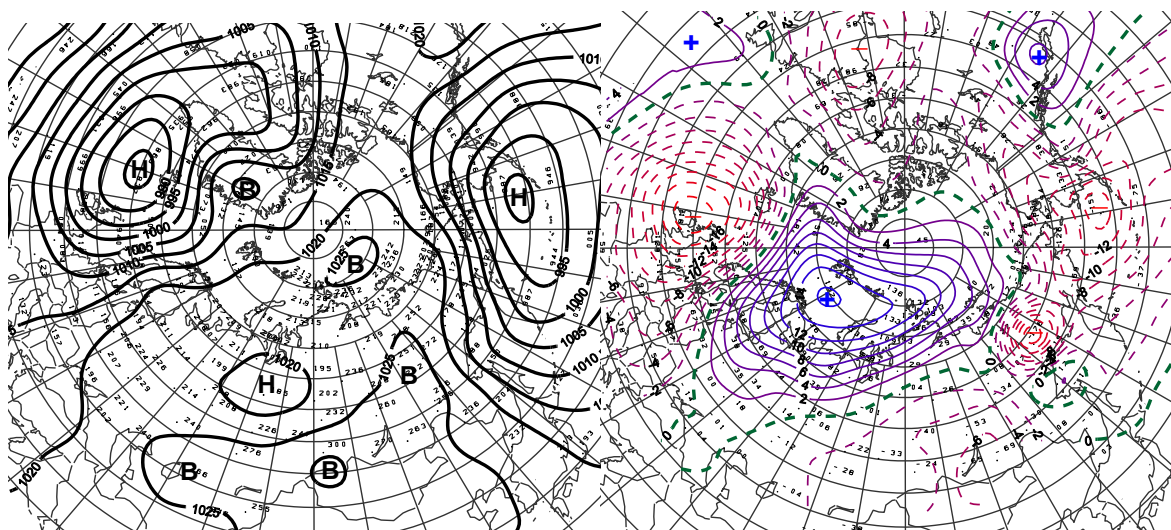


Рис. 1.5. Поле среднего приземного давления (слева) и его аномалии (справа) в январе 2014 г. (гПа)

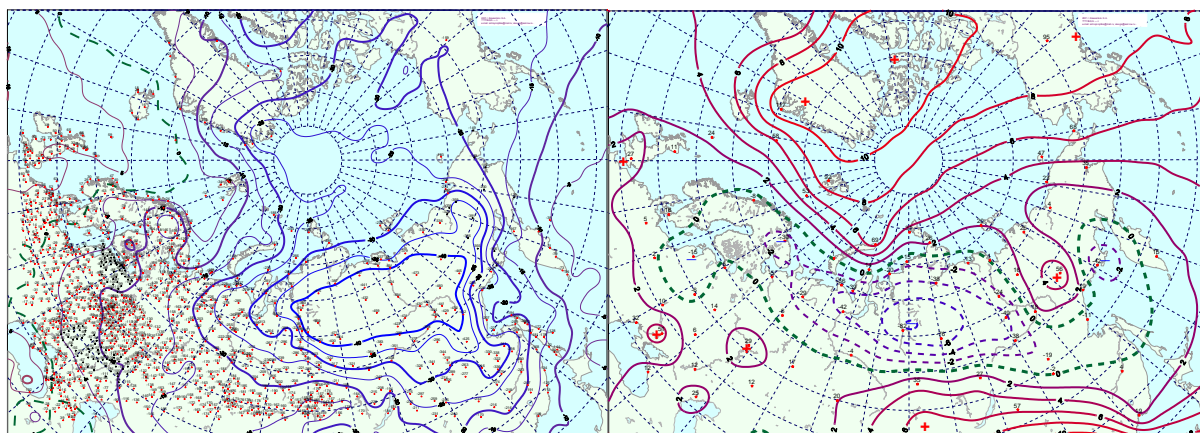


Рис. 1.6. Поле средней месячной приземной температуры воздуха (слева) и аномалии температуры (справа) в январе 2014 г., (°С)

В феврале основной центр циркумполярного вихря (ЦПВ) на изобарической поверхности 500 гПа располагался в районе Канады. Западный сектор Арктики находился под влиянием высотного антициклона, который блокировал выходы циклонов в полярный район. Вследствие этого основной западный воздушный поток в средней тропосфере был направлен на север (рис. 1.7).

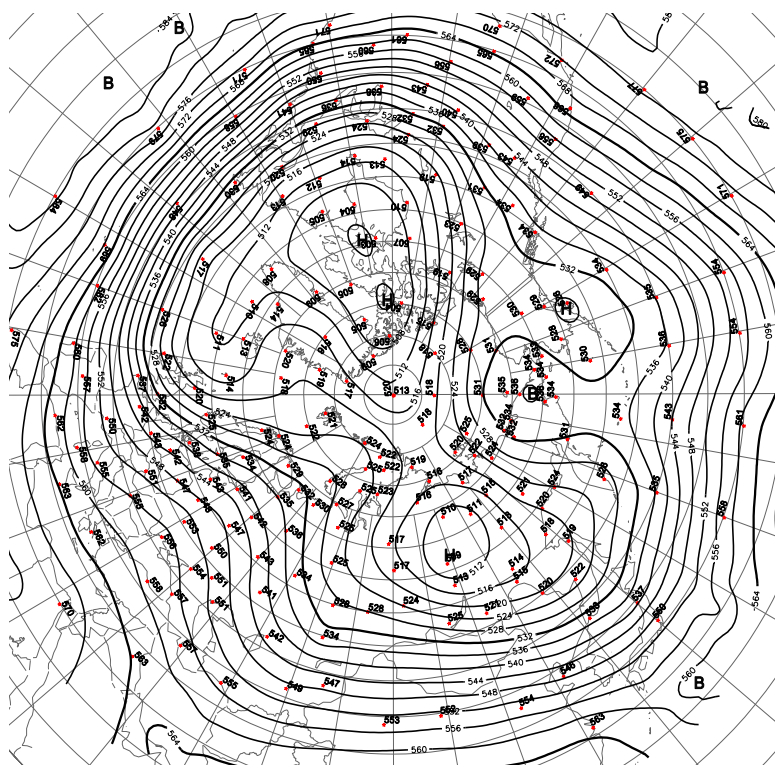


Рис. 1.7. Поля среднего геопотенциала (дам) изобарической поверхности 500 гПа в феврале 2014 г.

В первом (атлантико-евразийском) секторе отмечалась повышенная повторяемость крупномасштабных атмосферных процессов восточной формы циркуляции. Циклоны смещались до Баренцева моря. Далее их движение было блокировано гребнями азиатского и арктического антициклонов. Фон давления в Карском море был значительно выше нормы и составил в среднем за месяц аномалию более 14 гПа (рис. 1.8). При воздушных потоках южных направлений фон температуры был выше нормы. Наиболее крупные положительные аномалии среднемесячной температуры (до 12-13 °С) отмечались на севере Гренландского моря (рис. 1.9).

Во втором (тихоокеано-американском) секторе направленность крупномасштабных процессов сохранилась при аномально высокой повторяемости типа М₂. Отличием явилось усиление гребня арктического антициклона, что обусловило смену знака аномалий давления от отрицательных к положительным значениям (рис. 1.8). Фон температуры понизился до положительных аномалий 2-7°С (рис. 1.9).

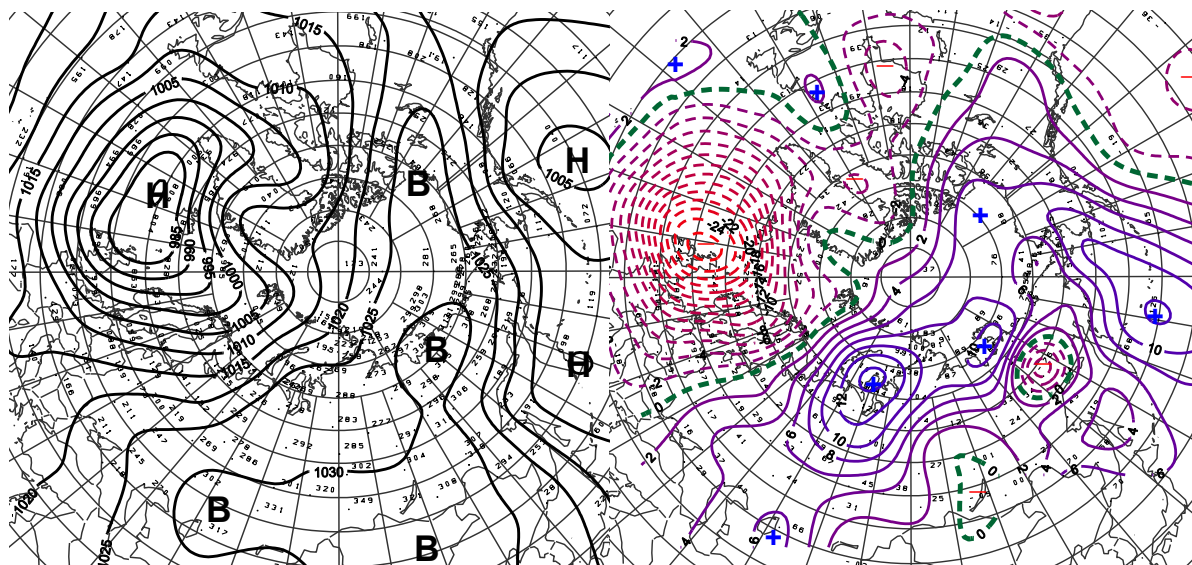


Рис. 1.8. Поле среднего приземного давления (слева) и его аномалии (справа) в феврале 2014 г., гПа

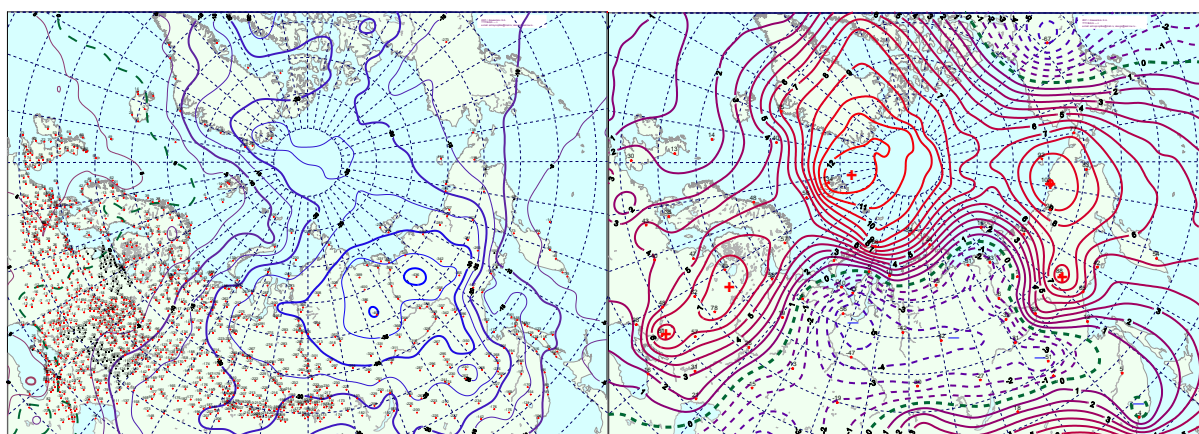


Рис. 1.9. Поле средней месячной приземной температуры воздуха (слева) и аномалии температуры (справа) в феврале 2014 г., (°C)

В **марте** произошла кардинальная перестройка в направленности атмосферных процессов. Основная ось ложбины циркумполярного вихря на изобарической поверхности 500 гПа сместилась из района моря Лаптевых на запад в район Баренцево и Карское морей. В этих морях в приземном поле отмечалась наиболее активная циклоническая деятельность (рис. 1.10).

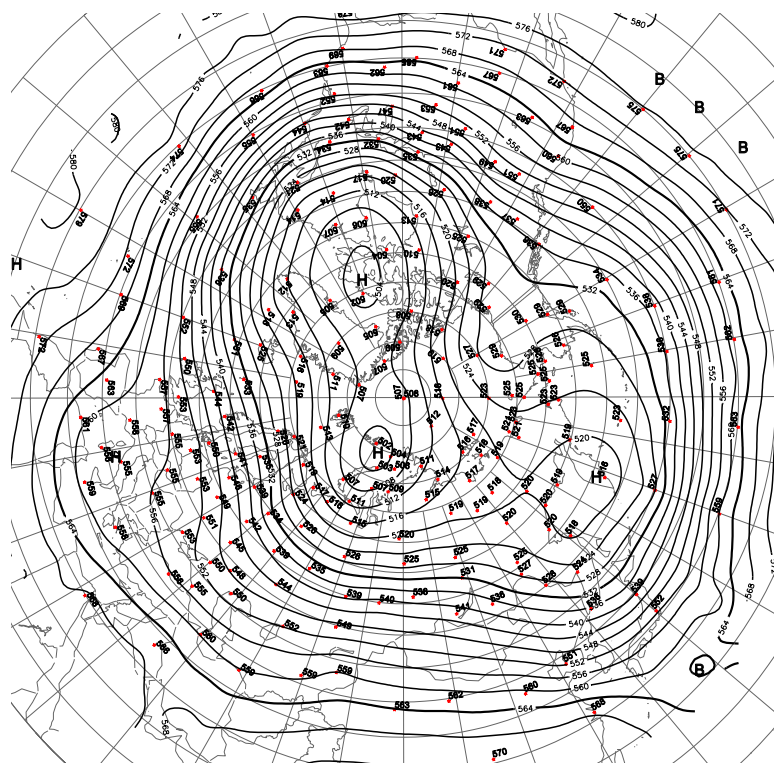


Рис. 1.10. Поля среднего геопотенциала (дам) изобарической поверхности 500 гПа в марте 2014 г.

В первом (атлантико-евразийском) секторе отмечалась повышенная повторяемость крупномасштабных атмосферных процессов западной и меридиональной форм циркуляции. Циклоны смещались до Карского моря. Далее их движение было блокировано гребнями азиатского и арктического антициклонов. Фон давления в Карском море был значительно ниже нормы и составил в среднем за месяц аномалию более 16 гПа (рис. 1.11). При воздушных потоках южных направлений фон температуры по сравнению с февралем значительно повысился. Наиболее крупные положительные аномалии среднемесячной температуры (до 10-11 °С) отмечались на севере Карского и Баренцева морей (рис. 1.12).

Во втором (тихоокеано-американском) секторе направленность крупномасштабных процессов сохранилась при аномально высокой повторяемости меридиональных процессов типов M_1 и M_2 циркуляции. Отличием явилось ослабление в интенсивности арктического антициклона, что обусловило понижение фона давления на 2-6 гПа (рис. 1.12).

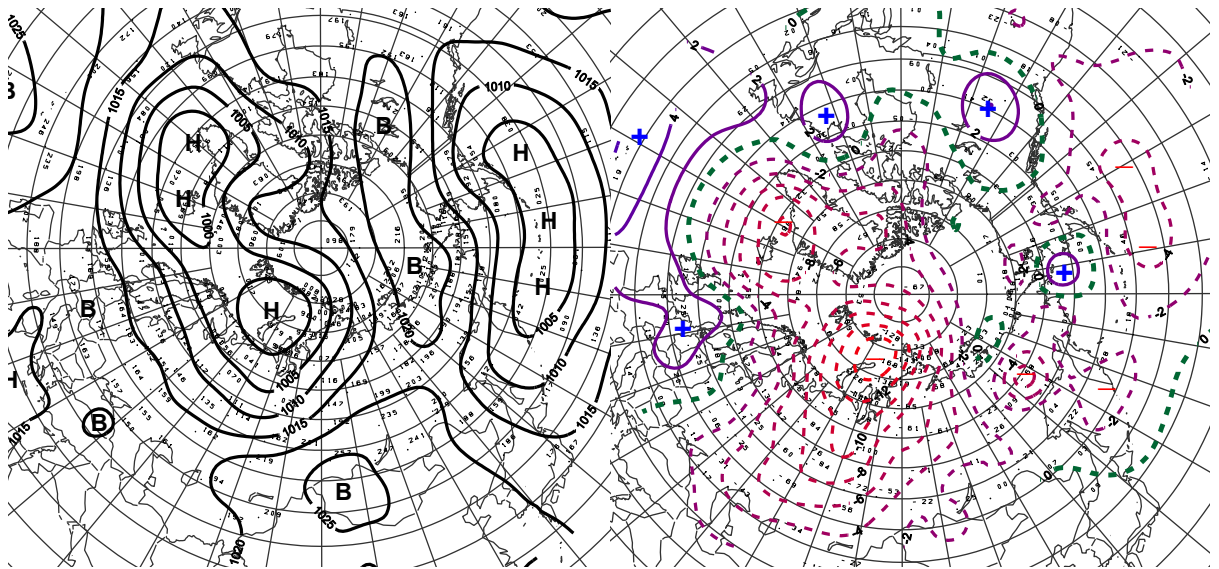


Рис. 1.11. Поле среднего приземного давления (слева) и его аномалии (справа) в марте 2014 г., гПа

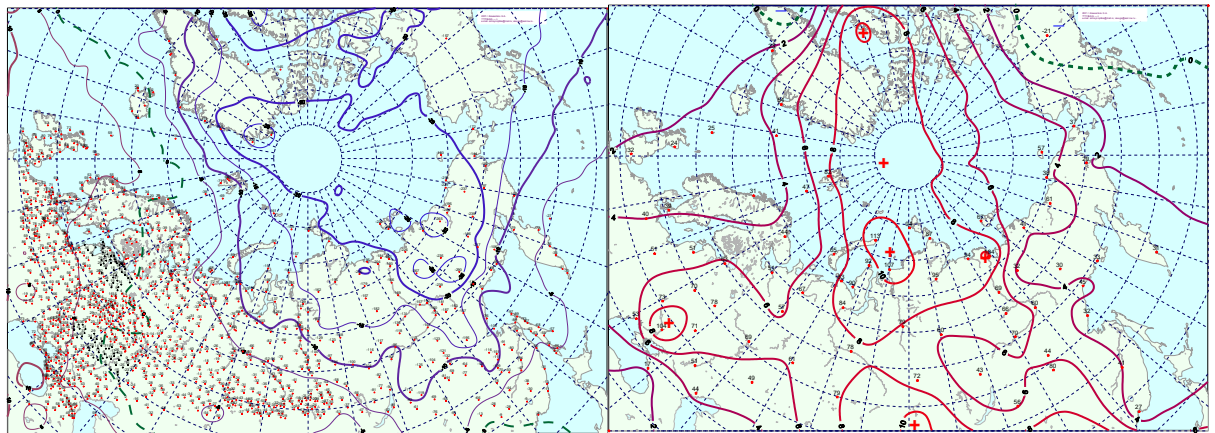


Рис. 1.12. Поле средней месячной приземной температуры воздуха (слева) и аномалии температуры (справа) в марте 2014 г., (°C)

Проведенный анализ развития и перестроек атмосферных процессов показал, что характерный для текущей циркуляционной стадии развития атмосферных процессов высокий температурный фон с преобладанием положительных аномалий температуры в первой декаде 2014 г. сохранился. Как было показано, основным отличием в 2014 г., по сравнению с последними годами, явилось значительное повышение температурного фона как в целом по полярному району Арктики, так и по отдельным его районам.

На рисунке 1.13 приводятся фоновые среднегодовые значения аномалий температуры для акваторий морей российской Арктики в первом квартале 2014 г. в сравнение с прошлым 2013 г.

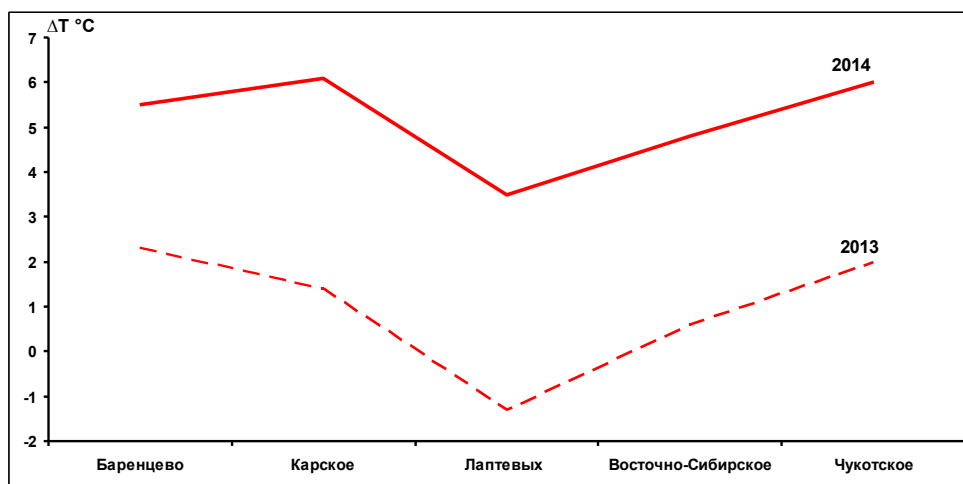


Рис. 1.13. Средние за первую декаду значения аномалий температуры воздуха (°C) по акватории арктических морей Евразии в 2013 и 2014 гг.

По сравнению с 2013 г. отмечалось повышение температурного фона во всех морях российской Арктики. Наиболее высокие положительные аномалии температуры сохранились в Баренцевом, Карском и Чукотском морях с тенденцией их понижения в Восточно-Сибирском и Лаптевых морях.

Структурные внутри месячные особенности развития и перестроек атмосферных процессов в январе – марте 2014 г. по элементарным синоптическим процессам (ЭСП) представлены в таблице 1.2. для каждого ЭСП характерна одна форма и тип циркуляции на полушарии с определенной для каждой из них разновидностью барического поля. Эти разновидности отражают географическая ориентация основных блокирующих гребней антициклонов, с которыми сопряжены более высокоширотные или более низкоширотные по сравнению с нормой траектории циклонов в системах исландского и алеутского минимумов.

Изменения от одного ЭСП к другому сопровождаются сменой знака барических полей и направлением преобладающих воздушных потоков в масштабе естественного синоптического района при крупномасштабных перестройках циркуляции атмосферы.

Таблица 1.2.

Каталог макросиноптических процессов по классификации Вангенгейма – Гирса с января по март 2014 г. с внутримесячной детализацией атмосферных процессов по элементарным синоптическим процессам

Январь			Февраль			Март		
ЭСП	А-Е	Т-А	ЭСП	А-Е	Т-А	ЭСП	А-Е	Т-А
1-3	Е	М2	1-2	Е	М2	1-4	С	М2
4-7	Е	М2	3-6	Е	М2	5-7	Е	М2
8-11	W	3	7-9	Е	М2	8-11	W	М2
12-15	Е	3	10-13	Е	М2	12-14	С	М1
16-18	С	М2	14-15	Е	3	15-17	С	М1
19-21	С	М2	16-17	Е	3	18-21	W	3
22-24	Е	М2	18-20	W	3	22-24	W	М2
25-27	Е	М2	21-23	Е	М2	25-28	Е	М2
28-30	Е	М2	24-25	W	М2	29-31	С	М2
31	Е	М2	26-28	Е	М2			
Итого	W 4 (-8) С 6 (0) Е 21 (8)	3 8 (0) М1 0 (-6) М2 23 (6)	Итого	W 5 (-4) С 0 (-6) Е 23 (10)	3 7 (1) М1 0 (-4) М2 21 (3)	Итого	W 11 (1) С 13 (1) Е 7 (-2)	3 4 (-6) М1 6 (0) М2 21 (6)

Примечания

1 ЭСП – элементарный синоптический процесс;

2 А-Е – атлантико-европейский сектор полушария;

3 Т-А – тихоокеано-американский сектор полушария.

4 В скобках среднемесячные аномалии числа дней с формами (W, С, Е) и типами (3, М1, М2) атмосферной циркуляции.

1.2. Мониторинг метеорологических параметров в Северной полярной области

В настоящем разделе приводятся оценки изменения температуры воздуха в Северной полярной области (СПО) и районах арктических морей за зимний сезон 2013/2014 г.

Исходными данными послужили данные наблюдений 250 стационарных метеорологических станций (рис.1.14), а также данные, поступившие с дрейфующих буев МПАБ.

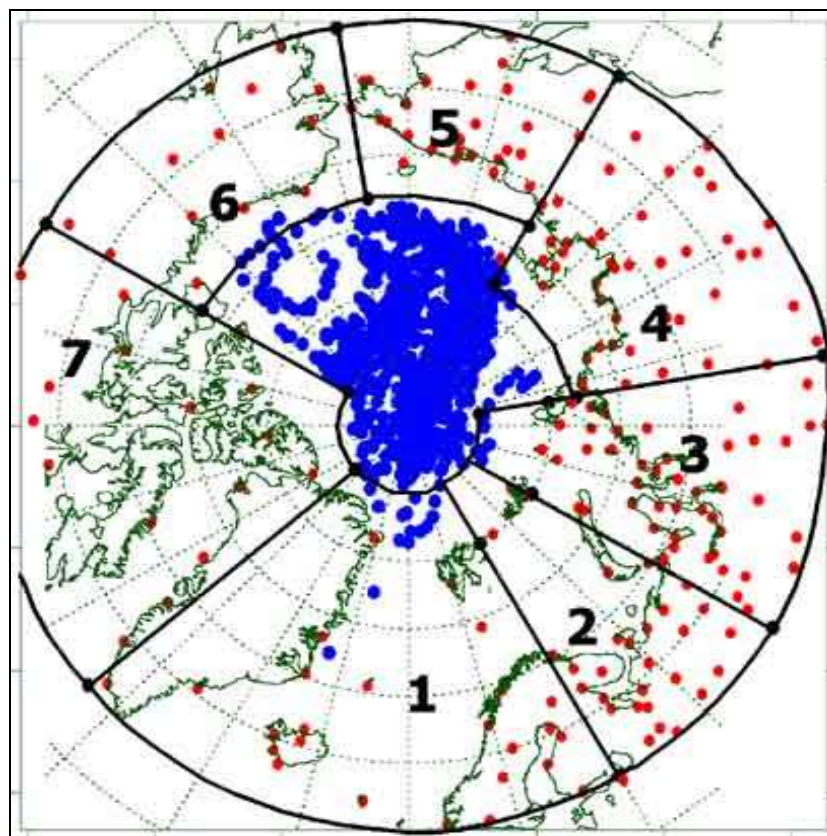


Рис. 1.14. Сеть метеорологических станций и границы районов в северной полярной области. (1 – атлантический; 2 – североευропейский; 3 – западносибирский; 4 – восточносибирский; 5 – чукотский; 6 – аляскинский; 7 – канадский)

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 2013 г. по февраль 2014 г.

Оценка аномалий средней температуры воздуха за зимний сезон 2013/14 года по отдельным широтным зонам представлена в табл.1.3. В целом по широтной зоне 60-85° с.ш. аномалия температуры воздуха составила 2,7 °С и прошедшая зима стала третьей по рангу теплых лет за период с 1936 г. Наиболее теплая зима отмечалась в 2012 г. с аномалией температуры 2,9 °С. К северу от 70° с.ш., в широтной зоне 70-85° с.ш., зимний сезон оказался третьим теплым сезоном с аномалией температуры 3,7 °С, а к югу от 70° с.ш., в широтной зоне 60-70° с.ш., девятым теплым сезоном с аномалией 1,8 °С по рангу теплых лет с 1936 г.

Таблица 1.3.

Аномалия температуры воздуха (отклонение от нормы за 1961–1990 гг.), °С, на территории СПО и отдельных широтных зон в среднем за летний сезон 2012 г.

Широтная зона, °с.ш.	Аномалия	Ранганомалии	Наиболее теплый год (аномалия)	Наиболее холодный год (аномалия)
70-85	3,7	3	2006 (4,1)	1966 (-2,2)
60-70	1,8	9	2008 (2,4)	1966 (-2,7)
60-85	2,7	3	2012 (2,9)	1966 (-2,5)

Сопоставление значений пространственно осредненных по территориям климатических районов аномалий температуры воздуха обнаружило крупные положительные аномалии температуры в приатлантическом и притихоокеанском секторах. Значение пространственно осредненной по территории района аномалии составило: в Атлантическом 3,9 °С, в Чукотском 4,5 °С и Аляскинском также 4,5 °С (табл. 1.4).

Таблица 1.4.

Аномалии (отклонение от нормы за 1961–1990 гг.) средней температуры воздуха в летний сезон 2013 г. для отдельных районов СПО, °С

Климатический район	Аномалия	Ранг аномалии	Наиболее теплый год (аномалия)	Наиболее холодный год (аномалия)
Атлантический	3,9	1	2014 (3,9)	1966 (-2,4)
Североевропейский	2,8	23	1937 (6,5)	1979 (-4,4)
Западносибирский	0,8	37	2012 (7,6)	1969 (-5,6)
Восточносибирский	0,6	38	1989 (4,1)	1966 (-4,5)
Чукотский	4,5	2	1938 (3,8)	2002 (-2,3)
Аляскинский	4,5	3	2001 (6,5)	1965 (-5,6)
Канадский	1,6	19	2010 (5,0)	1972 (-3,6)

Для Атлантического района прошедшая зима оказалась наиболее теплой, а для Чукотского и Аляскинского районов соответственно второй и третьей теплой зимой с 1936 г.

На метеорологических станциях в районах арктических морей и на территории суши севернее 70° с.ш. отмечались преимущественно положительные аномалии температуры воздуха (рис. 1.15).

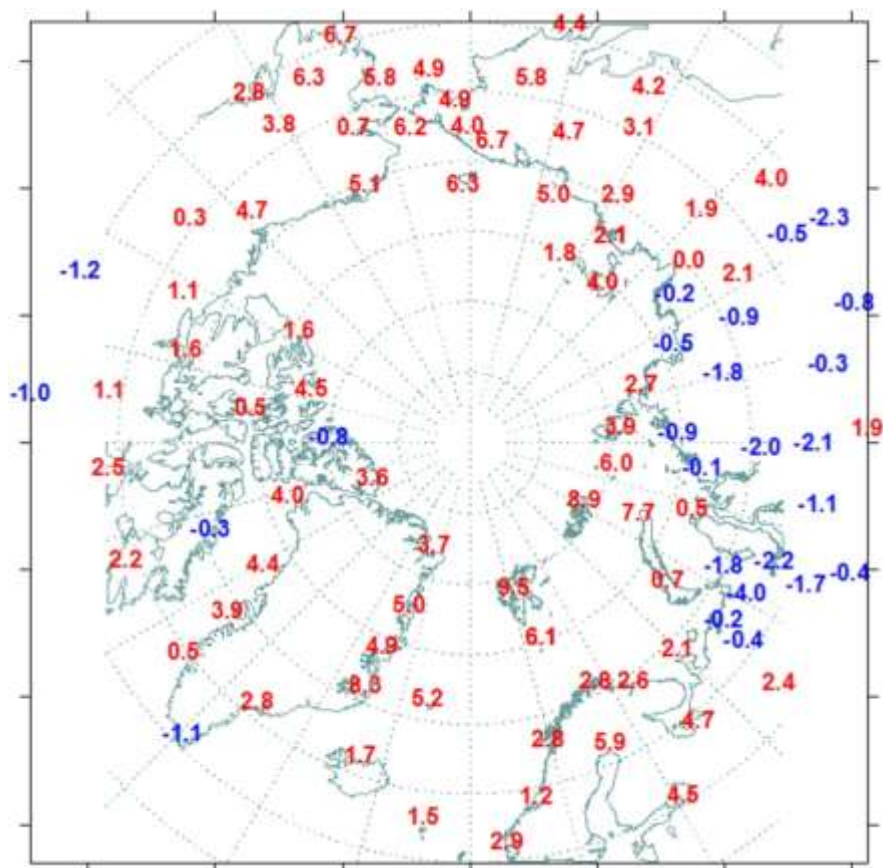


Рис. 1.15. Значения аномалий средней температуры воздуха зимнего сезона 2014 г. на станциях Северной полярной области, °С

Крупные положительные аномалии наблюдались на станциях северной части Гренландского и Норвежского морей и на станциях района Чукотского моря. Здесь аномалии температуры воздуха достигали 6-9 °С. В целом, по району северной части Гренландского и Норвежского морей, пространственносредняя аномалия составила 6,1 °С, а по району Чукотского моря 5,5 °С (табл. 1.5). Зима 2013/14 г. в этих районах оказалась соответственно первой и второй по рангу теплых лет с 1936 г.

Таблица 1.5.

Аномалии температуры воздуха летом 2013 г. на территории севернее 70°с.ш., °С

Море, часть климатического района	Аномалия	Ранг аномалии	Наиболее теплый год (аномалия)	Наиболее холодный год (аномалия)
Северная часть Гренландского и Норвежского морей	6,1	1	2014 (6,1)	1966 (-2,7)
Баренцево море	4,1	16	1937 (7,6)	1979 (-3,4)
Карское море	2,2	32	1945 (9,8)	1979 (-5,9)
Море Лаптевых	1,6	20	2012 (4,6)	1979 (-4,4)
Восточно-Сибирское море	3,7	2	1938 (4,9)	1966 (-3,3)
Чукотское море	5,5	2	1938 (5,7)	1939 (-3,4)
Море Бофорта	3,5	5	2006 (5,4)	1966 (-3,1)
Северная часть Канадского района	2,4	11	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.

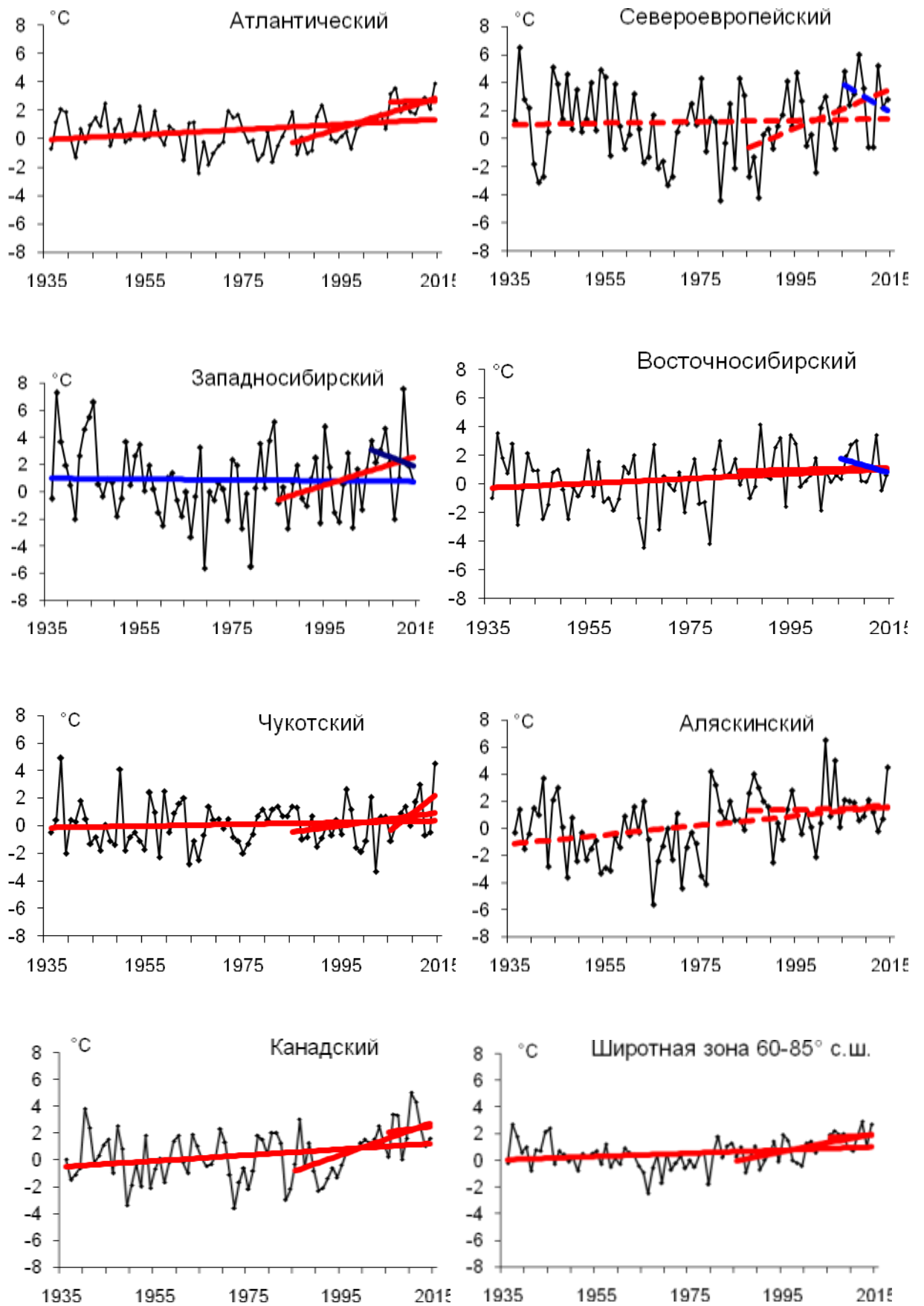


Рис. 1.16. Временные ряды аномалий средней за зимний сезон температуры воздуха в климатически однородных районах Арктики и в Арктическом регионе в целом, °C

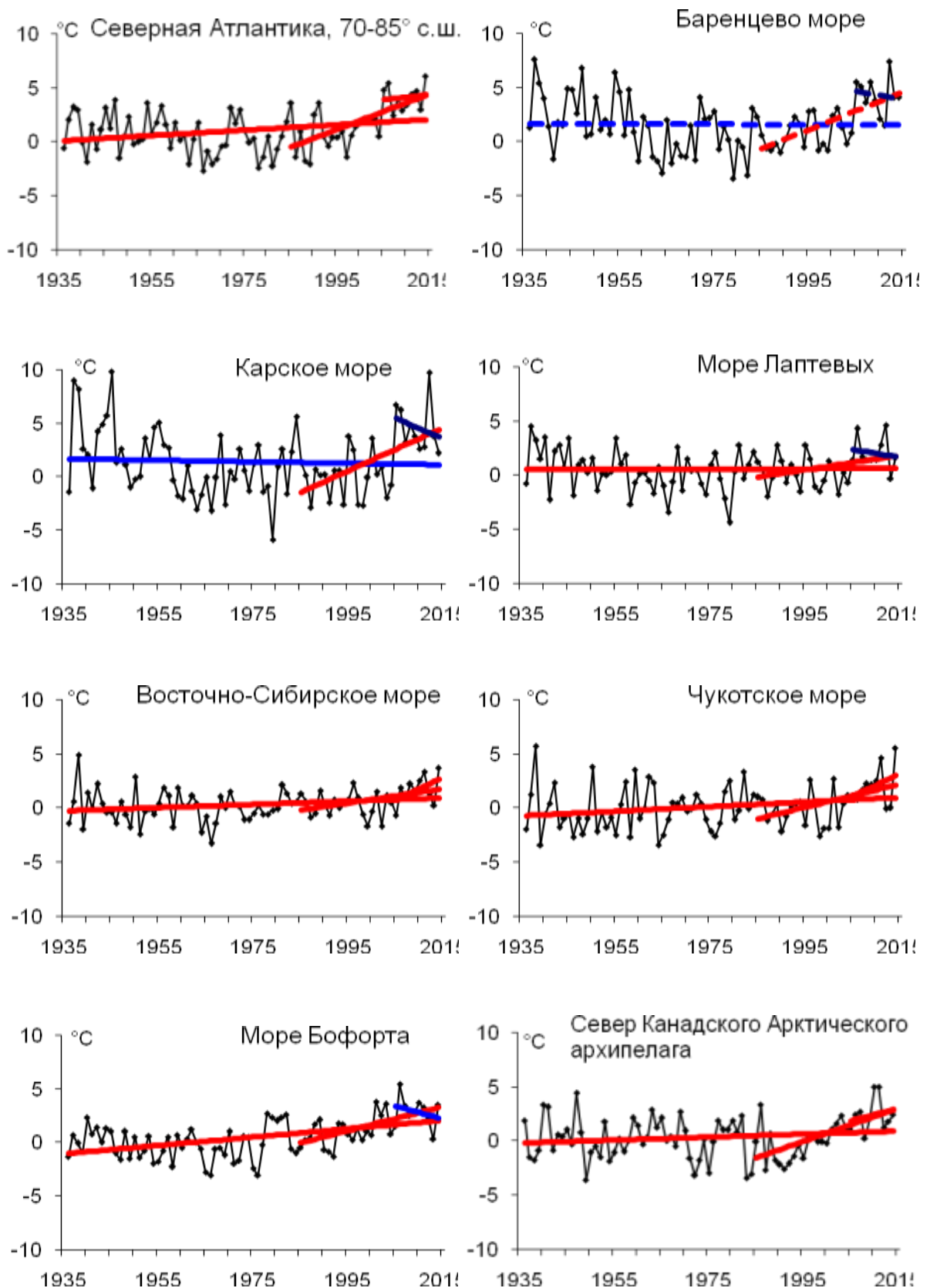


Рис. 1.17. Временные ряды аномалий температуры воздуха над акваториями морей и Канадским архипелагом в зимний сезон, °C

Оценка линейного тренда средней температуры воздуха за зимний сезон с 1936 по 2014 гг. показала наличие статистически значимого положительного линейного тренда в целом для СПО и для широтной зоны 60-70° с.ш. (на 5-% уровне значимости) (табл.1.6). Для отдельных климатических районов значимый тренд средней за зимний сезон температуры прослеживается в Атлантическом, Аляскинском и Канадском (на 5-% уровне значимости) районах, где он соответственно равен 0,18, 0,35 и 0,22 °С/10 лет (линейное увеличение температуры за 79 лет составило 1,4, 2,8 и 1,7 °С).

В последнем тридцатилетнем периоде статистически значимое на 5-% уровне значимости повышение температуры составило: в широтной зоне 70-85° с.ш. – 4 °С/30 лет и в широтной зоне 60-85° с.ш. – 2 °С/30 лет. Наиболее заметно потепление в последнем тридцатилетии наблюдается в районах атлантического сектора Арктики, а также в Канадском районе.

В последнем десятилетнем периоде статистически значимые линейные тренды не наблюдаются. Также можно указать на появление отрицательного знака тренда в изменениях температуры в СПО.

Таблица 1.6

Коэффициенты линейного тренда средней за зимний сезон температуры воздуха отдельных районов

Район, широтная зона	1936/37-2013/14		1984/85-2013/14		2004/05-2013/14	
	<i>Vx</i>	<i>D</i>	<i>Vx</i>	<i>D</i>	<i>Vx</i>	<i>D</i>
Атлантический	0,18	31,4	1,08	70,3	0,06	2,5
Североевропейский	0,05	4,5	1,40	49,8	-2,02	27,6
Западносибирский	-0,03	2,5	1,07	38,4	-1,28	15,2
Восточносибирский	0,17	21,0	0,08	4,7	-1,03	22,6
Чукотский	0,06	8,9	0,48	25,8	2,75	46,9
Аляскинский	0,35	34,9	0,08	3,7	0,30	7,1
Канадский	0,22	28,3	1,22	60,0	0,46	8,2
70-85° с.ш.	0,12	19,4	1,33	76,9	-0,01	0,5
60-70° с.ш.	0,15	30,8	0,34	30,7	-0,33	10,6
60-85° с.ш.	0,12	26,5	0,68	61,9	-0,11	7,5
Примечание: Vx – значение линейного тренда в °С/10 лет; D – вклад тренда в полную дисперсию, %; жирным шрифтом выделены статистически значимые на 5% уровне тренды						

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 районах Баренцева и Карского морей. За 30-

летний период повышение зимней температуры воздуха в этих частях СПО составило около 5,3 и 6,0 °С/30 лет соответственно.

Таблица 1.7

**Коэффициенты линейного тренда средней за зимний сезон температуры воздуха
районов арктических морей**

Море, часть моря, территория суши	1936/37-2013/14		1984/85-2013/14		2004/05-2013/14	
	<i>Bx</i>	<i>D</i>	<i>Bx</i>	<i>D</i>	<i>Bx</i>	<i>D</i>
Северная часть Гренландскогои Норвежского морей	0,25	28,4	1,65	66,8	0,49	12,5
Баренцево море	-0,02	1,4	1,76	68,3	-0,87	15,3
Карское море	-0,07	5,2	2,01	57,9	-1,94	25,1
Море Лаптевых	0,01	1,6	0,66	34,8	-0,71	14,5
Восточно-Сибирское море	0,15	23,3	0,65	43,1	2,05	46,2
Чукотское море	0,21	24,3	1,07	48,7	2,08	34,3
Море Бофорта	0,39	50,3	1,14	61,6	-1,25	-27,7
Северная часть Канадского района	0,14	16,4	1,52	65,9	1,16	22,2
Примечание: Bx – значение линейного тренда в °С/10 лет; D – вклад тренда в полную дисперсию, %; жирным шрифтом выделены статистически значимые на 5% уровне тренды						

2. Ледовые условия и процессы в Северном Ледовитом океане и его морях

Оценки развития ледовых условий в первом квартале 2014 г. получены по данным государственной наблюдательской сети, центров приема спутниковой информации Росгидромета, 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 2014 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/Td. 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 границы и положение квазиоднородных районов, по которым проводится описание развития ледовых условий.

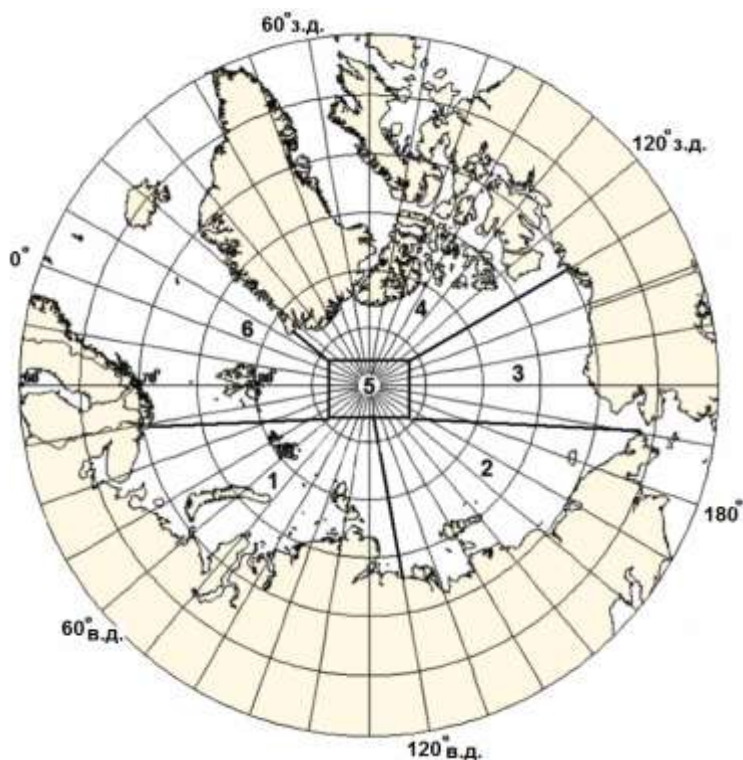


Рис. 2.1. Районы Северного Ледовитого океана. (1–западный район российского сектора, 2–восточный район российского сектора, 3–алаяскинский сектор, 4–канадский сектор, 5–приполюсный район, 6–гренландский сектор).

2.1. Развитие ледовых условий в зимний период (январь–март)

В предшествующий осенний период 2013 г. ледообразование в арктическом бассейне началось в середине сентября 2013 г, что на полмесяца позже средних сроков. На северных границах арктических морей молодые льды стали наблюдаться в начале октября. Ледообразование в осенний период 2013 г. характеризовалось очень большой интенсивностью.

Близко к норме ледообразование началось среди остаточных льдов в северо-восточной части Карского моря, а также в мористой и прибрежной части морей Лаптевых и Восточно-Сибирском. Уже в середине октября акватории этих морей были полностью покрыты молодыми льдами. Полное замерзание арктических окраинных морей (последним из которых было Карское и юго-запад Чукотского) произошло в конце декабря, что позже среднемноголетних сроков приблизительно на 2-3 недели, но на один-полтора месяца раньше, чем в предшествующие годы (2011-2012 гг.).

Распределение ледяного покрова по сплоченности и по возрастным градациям на каждый месяц и поля среднемесячного дрейфа за период январь–март 2014 г. приведены на рис. 2.3–2.11.

На рис. 2.3 приведено распределение льда по возрасту на середину января.

Несмотря на позднее начало ледообразования в осенний период, его интенсивность зимний период была очень велика. Темпы нарастания льда приблизились к средним многолетним значениям особенно в морях восточного района российского и аляскинском секторах Арктики. В январе на акватории всех арктических морей, начиная от северо-восточной части Карского моря и далее на восток, преобладали однолетние средние льды (диапазон толщины 70–120 см). Только в окраинных морях российского сектора Арктики (Баренцевом, юго-западная часть Карского и Чукотском) наблюдалось преобладание однолетних тонких и молодых льдов (рис. 2.2). Продолжалось становление припая на побережье и в проливах арктических морей.

В январе наблюдалась необычное развитие поля дрейфа льда в СЛО. Традиционно существующего Трансарктического переноса как такового не было. Вместо него наблюдалось развитие мощного антициклонического круговорота, который получил обширное развитие и вовлек в гигантский вихрь ледяной покров на всей акватории СЛО. Центр круговорота располагался чуть севернее северной границы Восточно-Сибирского моря. Образовавшийся круговорот обусловил мощный вынос льда из северной части морей Баренцева, Карского и принос льда в моря Бофорта, Чукотское, Восточно-Сибирское и Лаптевых (рис. 2.4).

В результате развития такой необычной картины дрейфа льда сформировались небольшие крупные отрицательные аномалии сплоченности в морях западного района российского и гренландском секторах Арктики (зоны выделенные синим цветом). Положительные аномалии сплоченности (зоны выделенные зеленым цветом) сформировались локально перед всеми островными препятствиями в морях восточного района российского сектора Арктики (рис. 2.5).

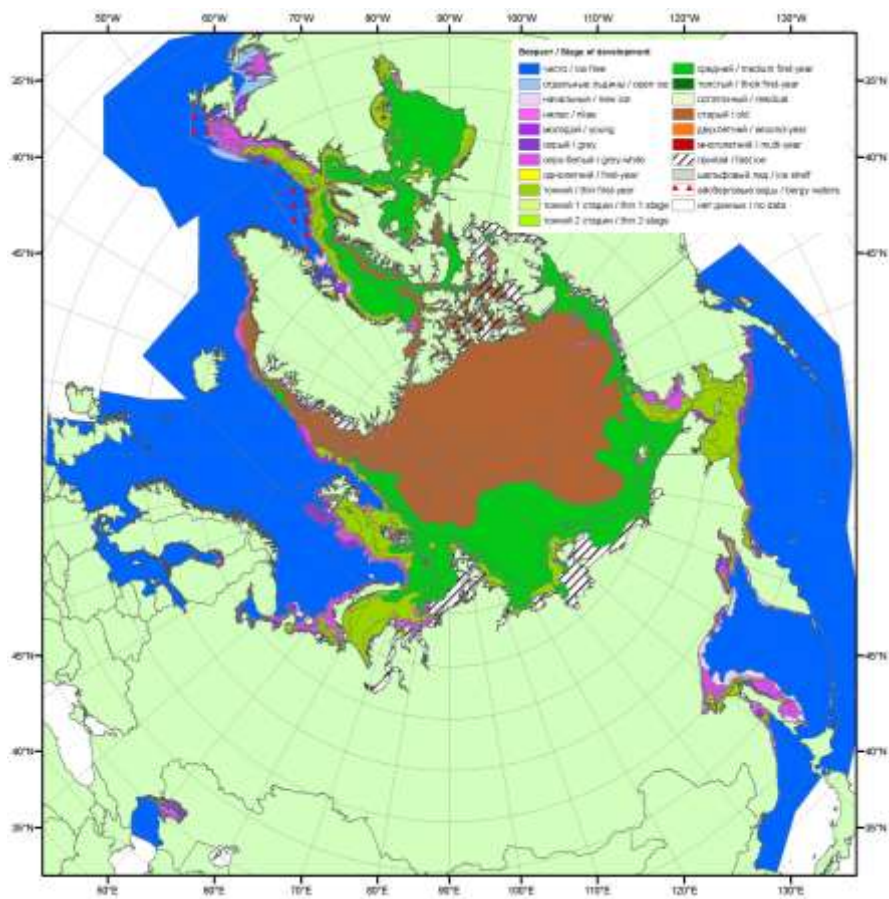


Рис. 2.3. Обзорная ледовая карта СЛО за 14–16 января 2014 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США.

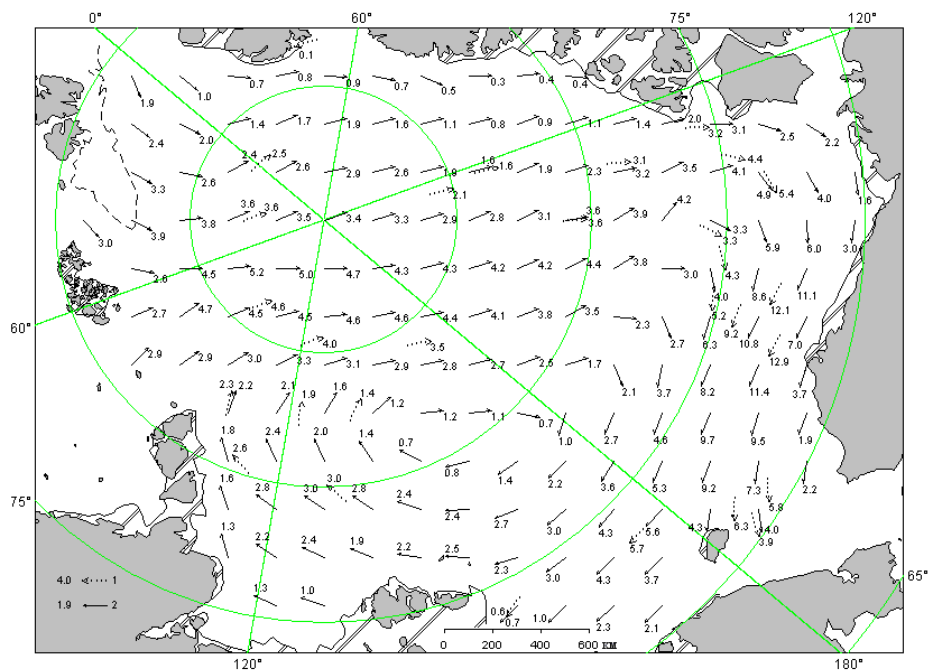


Рис. 2.4. Поле скорости результирующего дрейфа льда (км/сут) в январе 2014 г. (1 – направление и скорость (км/сут) дрейфа автоматического буя, 2 – результаты расчета в узле сетки, 3 – кромка молодого льда)

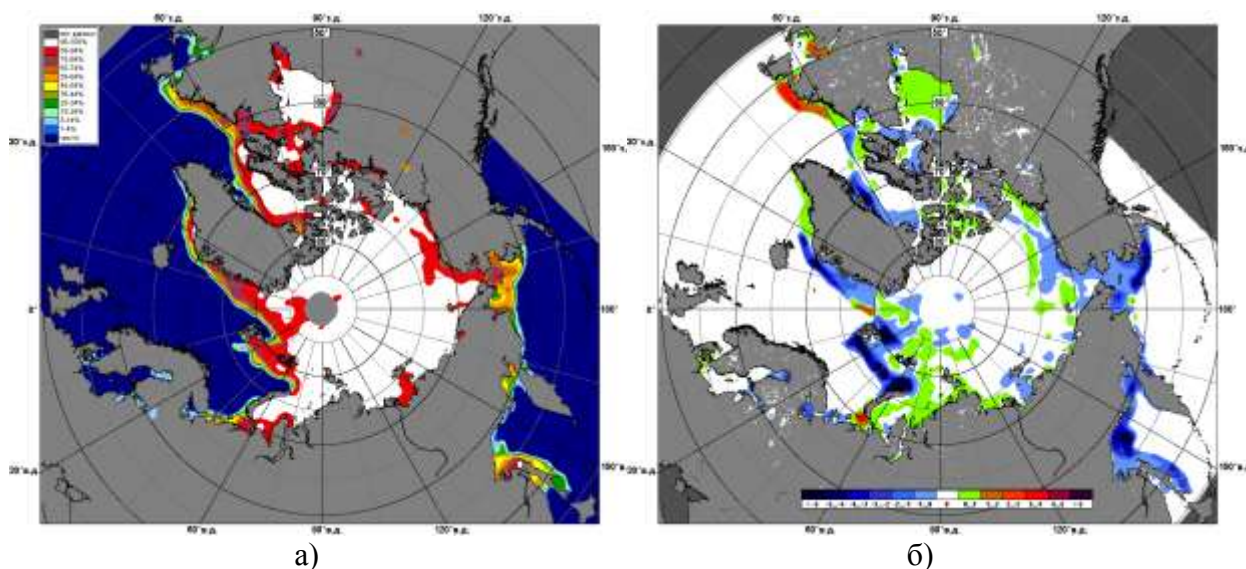


Рис. 2.5. Медианное распределение сплоченности льда в январе 2014 г. (а) и её разность относительно медианного распределения за тот же месяц за период 1979–2014 (б) на основе расчетов по данным SSMR–SSM/I–SSMIS, алгоритм NASATEAM.

В феврале продолжалась адвекция тепла в гренландский сектор и в западный район российского сектора Арктики (моря Гренландское и Баренцево), что привело к сохранению в них отрицательной аномалии ледовитости и большого количества молодых льдов. В прибрежных районах морей Карского, Лаптевых температура воздуха была близка к среднемноголетней. Это привело к дальнейшему нарастанию льда и увеличению площади припая.

В северных частях морей восточного района российского сектора Арктики и море Бофорта лед перешел в возрастную градацию однолетних толстых. Непосредственно в самих морях (их центральных и южных частях) преобладали однолетние средние льды. В северной части Восточно-Сибирского моря сохранялся обширный язык двухлетних льдов (рис 2.6).

В поле дрейфа сформировался Трансарктический перенос со стрежнем, смещенным к морю Лаптевых и направленный к островам Канадского арктического архипелага. Получил развитие Канадский антициклонический круговорот с центром, расположенным над северной частью моря Бофорта и хорошо развитой прибрежной ветвью дрейфа, направленной вдоль побережья Аляски и выносящей льды из морей Бофорта и Чукотскогона запад в Восточно-Сибирское море (рис. 2.7).

В результате сохранения такого характера дрейфа усилилось, сформированное еще в январе характерное поле сплоченности с двумя хорошо выраженными областями отрицательных аномалий сплоченности льда. В первую область вошли моря западного района российского и гренландский сектора Арктики, во вторую область вошло Чукотское море и часть моря Бофорта (рис. 2.8).

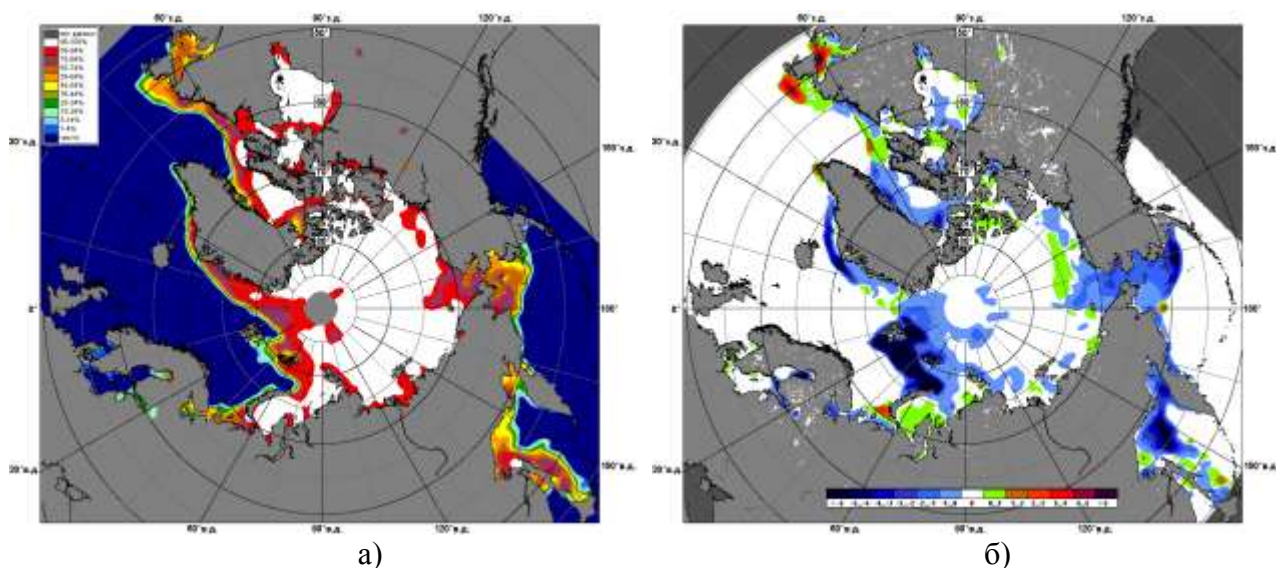


Рис. 2.8. Медианное распределение сплоченности льда в феврале 2014 г. (а) и её разность относительно медианного распределения за тот же месяц за период 1979–2014 (б) на основе расчетов по данным SSMR–SSM/I–SSMIS, алгоритм NASATEAM.

В марте наблюдалось дальнейшее нарастание и развитие ледяного покрова, особенно в морях российского и аляскинского секторов Арктики. В возрастном составе льдов в морях восточного района российского и аляскинского секторов Арктики начали преобладать однолетние толстые льды. В морях западного района российского сектора Арктики (Баренцевом и юго-западной части Карского) и Чукотском море преобладали однолетние средние льды, а также наблюдалось большое количество молодых льдов (рис. 2.9).

В марте сформировались и были хорошо выражены основные элементы общего поля дрейфа льда в океане – Трансарктический перенос и Канадский антициклонический круговорот. В результате Трансарктического переноса, стрежень которого был направлен от Новосибирских островов к побережью Гренландии, наблюдался вынос льдов из морей западного района российского сектора Арктики в пролив Фрама.

В результате хорошо развитого Канадского антициклонического круговорота продолжался перенос льда вдоль побережья Аляски из моря Бофорта в северную часть Чукотского моря и далее на запад в Восточно-Сибирское море. Результирующее поле среднемесячного дрейфа за март приведено на рис. 2.10.

В поле сплоченности льда сформировались несколько центров отрицательных и положительных аномалии сплоченности, в основном в тех районах, из которых выносило и в которые приносило лед в результате его дрейфа (рис. 2.11).

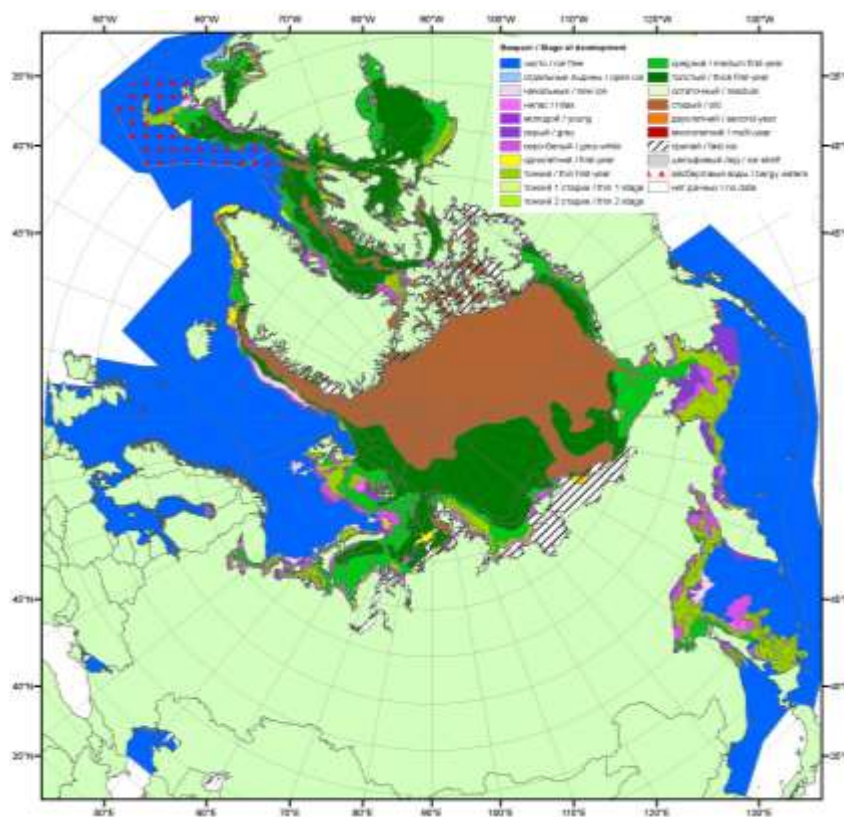


Рис. 2.9. Обзорная ледовая карта СЛО за 17–19 марта 2014 г., составленная на основе ледового анализа ААНИИ, КЛС и НЛЦ США.

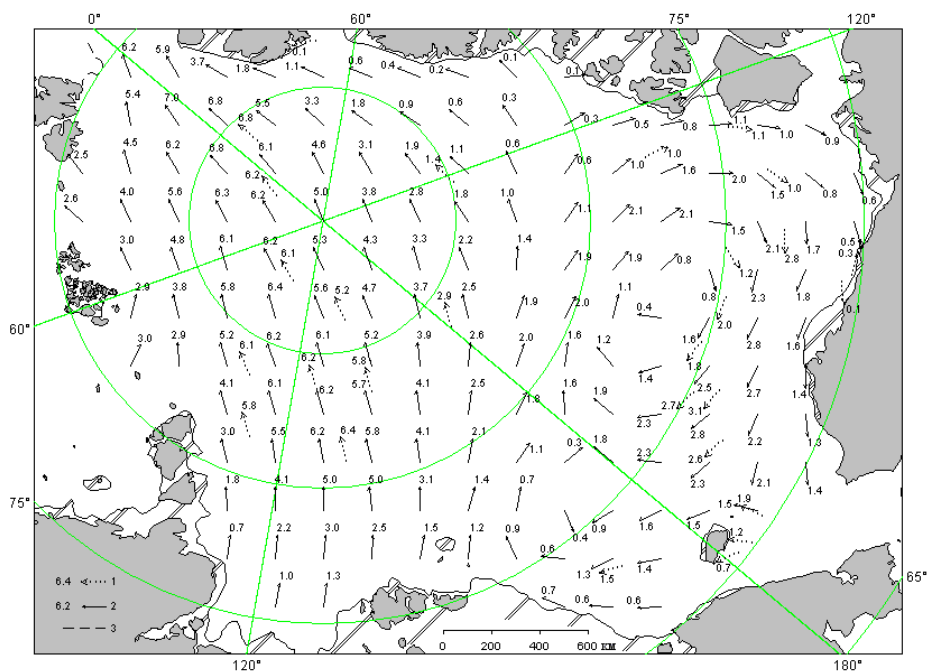


Рис. 2.10. Поле скорости результирующего дрейфа льда (км/сут) в марте 2014 г. (условные обозначения см. рис. 2.5.)

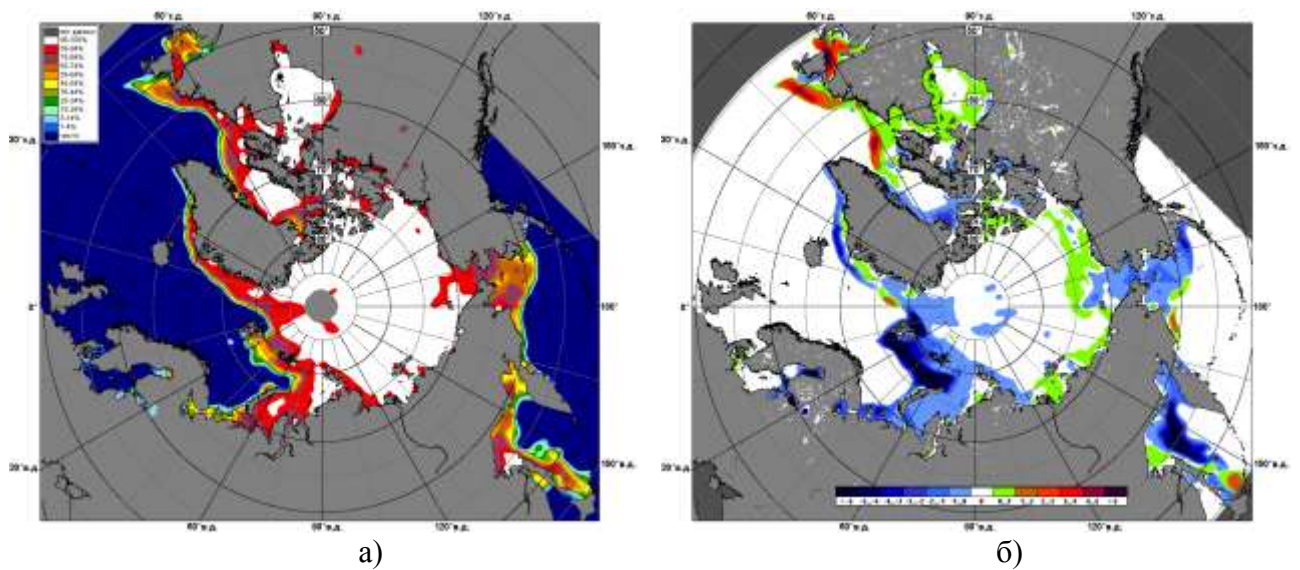


Рис. 2.11. Медианное распределение сплоченности льда в марте 2014 г. (а) и её разность относительно медианного распределения за тот же месяц за период 1979–2014 (б) на основе расчетов по данным SSMR–SSM/I–SSMIS, алгоритм NASATEAM.

Позднее начало ледообразования и средняя интенсивность нарастания льда в морях в течение зимних месяцев 2014 г. привели к тому, что толщина льда по данным полярных станций во всех арктических морях, несмотря на поздние сроки начала ледообразования, была ненамного меньше или близка к средним многолетним значениям.

По данным полярных станций, в западном районе российской Арктики аномалии толщины были на 5-20 см меньше нормы, кроме Байдарацкой и Обской губы, где наблюдались положительные аномалии толщины льда, составляющие 5...10 см. В море Лаптевых и районе Новосибирских островов аномалии толщины льда были близки к норме. В морях Восточно-Сибирском и Чукотском наблюдались отрицательные аномалии толщины льда, составляющие по величине 10-20 см (рис. 14).

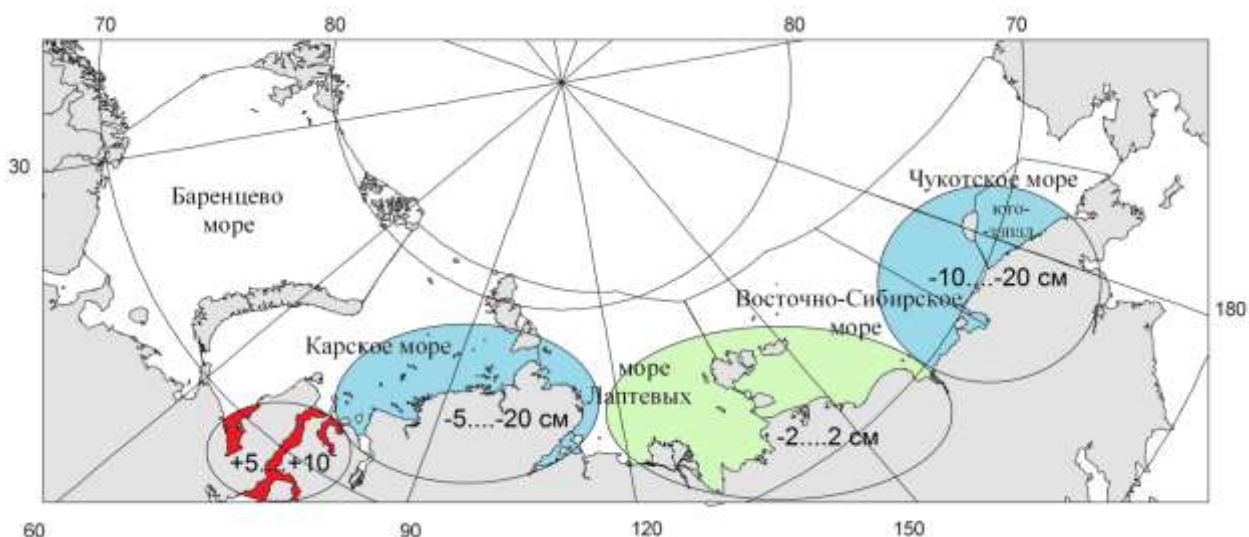
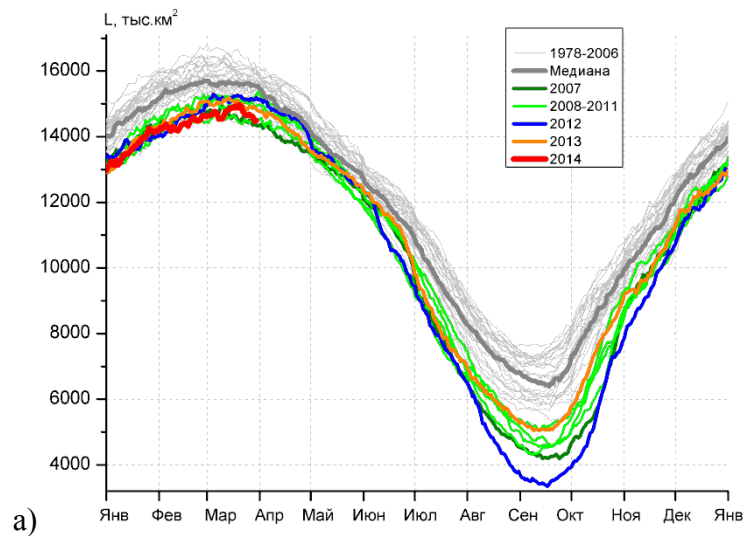


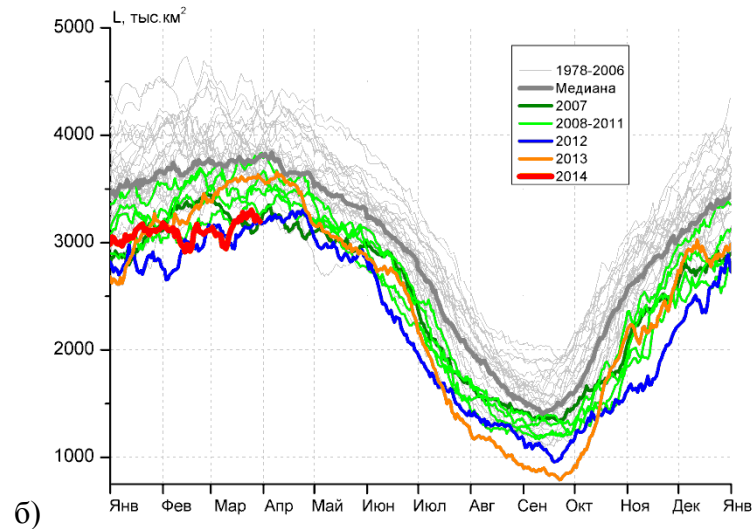
Рис. 2.12. Аномалии толщины льда в российских арктических морях в марте 2014 г.

Развитие припая в морях в течение первых двух зимних месяцев проходило с нормальной интенсивностью. Площадь припая во всех российских арктических морях была несколько меньше средних многолетних значений, кроме Восточно-Сибирского моря, в котором площадь припая оказалась больше нормы. В конце февраля суммарная площадь припая в российских арктических морях составила 547 тыс. км² при норме 553 тыс. км², что на 1 % меньше средних многолетних значений или практически близка к норме

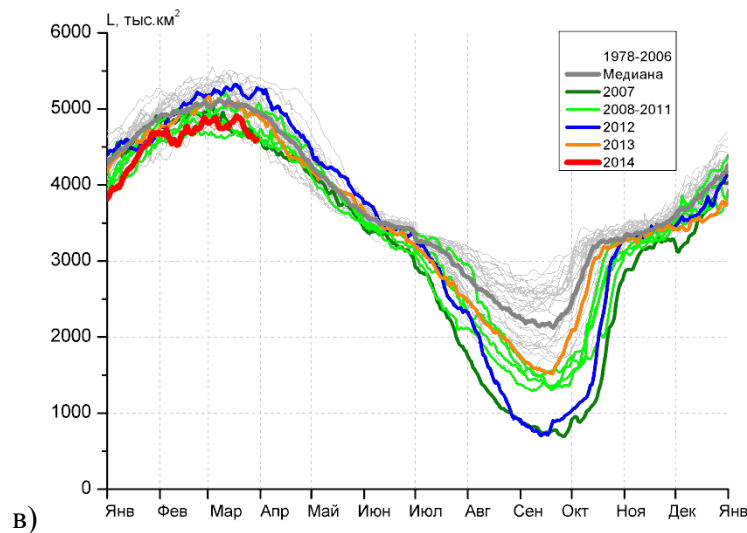
Распространение ледяного покрова в Северной полярной области в конце марта и среднемноголетнее границы льдов различной повторяемости приведено на рис. 2.13. В Гренландском и Баренцевом морях распространение ледяного покрова в конце марта было меньше чем в среднем многолетнем, что особенно хорошо прослеживалось в Баренцевом море (граница дрейфующего льда в этом море наблюдалась значительно севернее своего среднего положения). Напротив, в морях Канадской Арктики и дальневосточных морях граница дрейфующих льдов была близка к своему среднемноголетнему положению, (рис. 2.13).



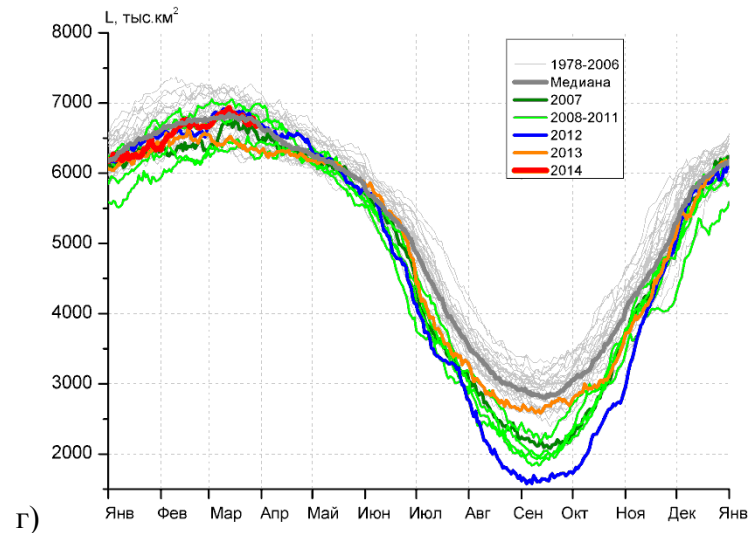
а)



б)



в)



г)

Рис. 2.14. Ежедневные оценки сезонного хода ледовитости для Северной Полярной области и трех меридиональных секторов за период 26.10.1978 - 30.03.2014 по годам на основе расчетов по данным SSMR-SSM/I-SSMIS, алгоритм NASATEAM: а) СПО, б) сектор 45°W-95°E (Гренландское – Карское моря), в) сектор 95°E-170°W (моря Лаптевых – Чукотское и Берингово, Охотское), г) сектор 170°W-45°W (море Бофорта и Канадская Арктика)

3. Гидрологические условия Северного Ледовитого океана и его морей в первом квартале 2014 г.

3.1. Термохалинные условия в Арктическом бассейне

Анализ термохалинного состояния вод Северного Ледовитого океана (СЛО) в первом квартале 2014 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). Вся океанографическая информация получена на акватории глубоководной части СЛО в Арктическом бассейне по данным 6 ИТР буев (рис. 3.1).

Таблица 3.1

Сведения о наблюдениях за температурой и соленостью, выполненных на акватории СЛО в первом квартале 2014 г. и загруженных в БДТХ отдела океанологии ААНИИ

№п/п	Экспедиция	Дата первой и последней станций		Число станций
1	ИТР-74	01.01.2014	19.03.2014	156
2	ИТР-68	01.01.2014	18.03.2014	149
3	ИТР-69	01.01.2014	11.03.2014	133
4	ИТР-70	01.01.2014	19.03.2014	723
5	ИТР-77	10.03.2014	19.03.2014	86
6	ИТР-78	11.03.2014	19.03.2014	80

Особенности вертикальной термохалинной структуры СЛО

Для изучения особенностей термохалинной структуры СЛО в первом квартале 2014 г. был осуществлен анализ вертикального распределения значений температуры и солености в предварительно выделенных группах океанографических станций. В качестве таковых использовались станции ИТР-74 в котловине Амундсена и ИТР-70 в Канадской глубоководной котловине (рис. 3.1).

В каждой 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 этих же районов. Область поиска исторических данных (рис. 3.1, белые контуры) была на 50–100 км шире по сравнению с анализируемой группой станций.

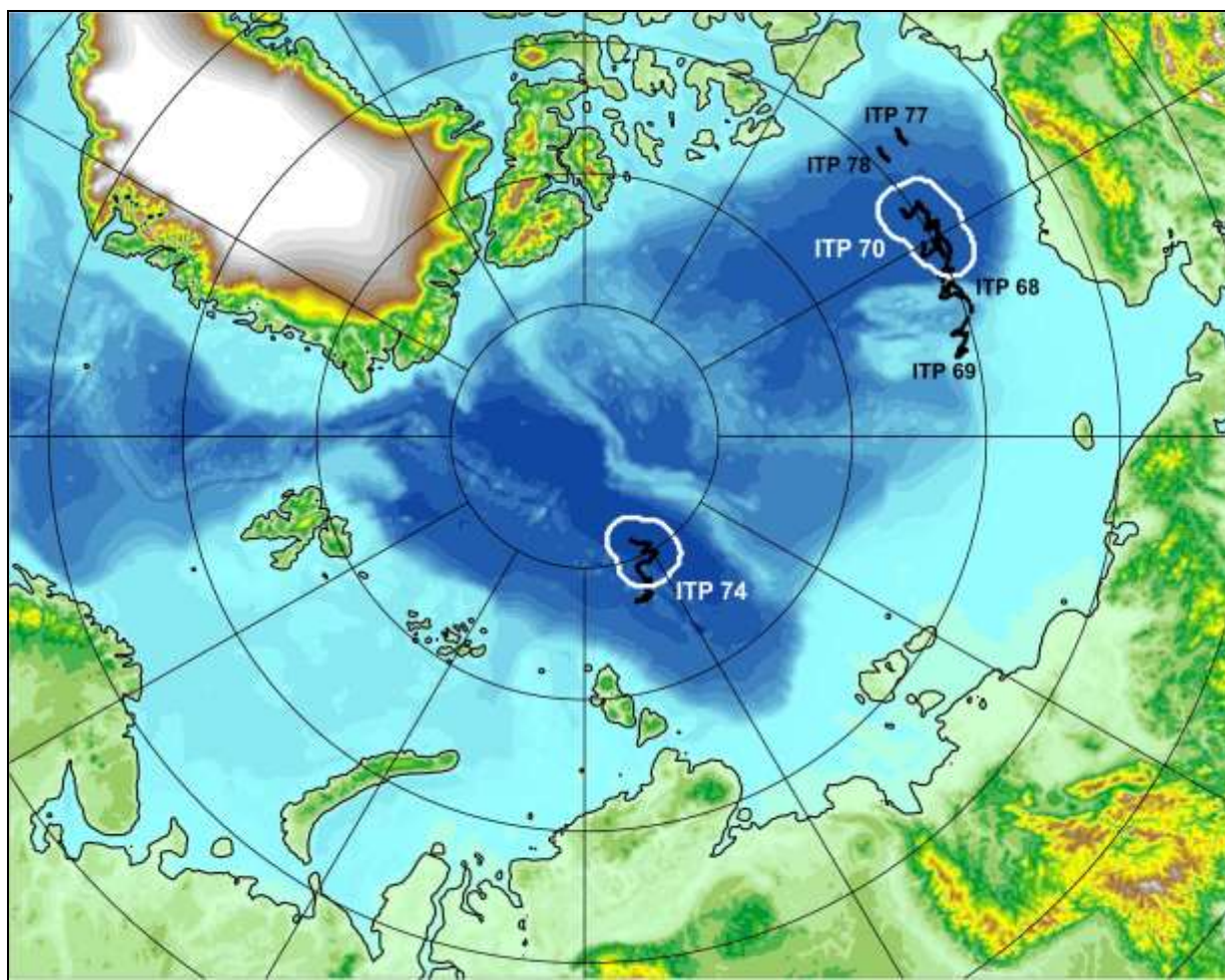


Рис. 3.1. Положение океанографических станций, выполненных на акватории СЛО в первом квартале 2014 г. и занесенных в БД термохалинных характеристик отдела океанологии ААНИИ

Амеразийский суббассейн.

В первом квартале 2014 г. распределение термохалинных характеристик по глубине в южной части Канадской глубоководной котловины по данным ITP-70 полностью соответствовало тенденциям, наблюдающимся на протяжении последних нескольких лет и в марте 2013 г. в частности. Поверхностный слой по-прежнему демонстрирует существенное распреснение в сравнении с климатической нормой. Значение аномалии поверхностной солёности составляло почти -2 ‰ (рис. 3.2). Температура верхнего перемешанного слоя варьировалась в пределах $-1,5^{\circ}\text{C}$ и незначительно превышала климатическое среднее, вследствие повышения температуры замерзания воды из-за наличия распресненного слоя.

Под верхним перемешанным слоем глубже 25 м расположен слой летних тихоокеанских вод (ЛТВ), который является характерной особенностью Амеразийского суббассейна СЛО. Для этого слоя характерно наличие промежуточного

максимум температуры воды в слое с соленостью от 31 до 33 ‰. Наиболее высокие значения температуры слоя ЛТВ по данным ИТР-70 достигали 0,3 °С, а средние значения варьировались около -0,1 °С, что на 1,3 °С выше климатической нормы. Необходимо также отметить увеличение глубины залегания нижней границы ЛТВ, которая составила 170 м против 120 м согласно климатическим данным.

На глубинах от 170 до 210 мв Канадской глубоководной котловине залегают так называемые зимние тихоокеанские воды, затекающие через Берингов пролив и смешивающиеся с водами Чукотского моря в холодный период. Эти воды в Арктическом бассейне характеризуются низкими значениями температуры и соленостью равной 33,1 ‰, наблюдаемой в ядре данной прослойки. Характерной особенностью последних лет является заглубление ядра зимних тихоокеанских вод. По данным ИТР-70 ядро холодных тихоокеанских вод залегало на глубине 210 м, в то время как по климатическим средним оно должно было наблюдаться на глубине 150 м.

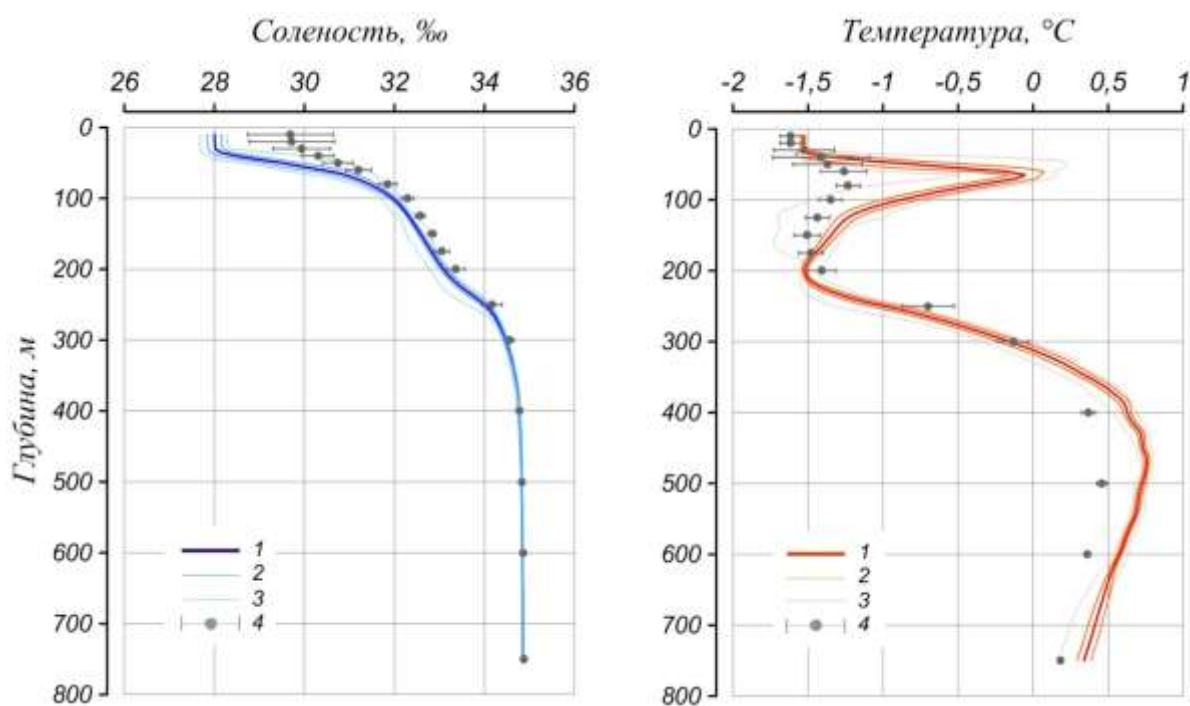


Рис. 3.2. Вертикальное распределение солености и температуры воды в Канадской глубоководной котловине в январе-марте 2014 г. по результатам измерений профилографа ИТР-70.

(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 АНИИ за январь-март в период с 1900 по 2000гг.)

Начиная от глубин около 210 м, в Канадском глубоководном бассейне наблюдается постепенное повышение температуры воды, обусловленное теплосодержанием атлантической водной (АВ) массы, отличающейся высокими значениями температуры и солености. Верхняя граница этого слоя (0 °С) по данным первого квартала 2014 года располагалась на глубинах от 310 м. Максимальное значение температуры воды в ядре АВ составило 0,8 °С, что на 0,4 °С выше климатической нормы. Полученные оценки аномалий температуры в 2014 г. соответствуют значениям предшествующего 2013 г., что свидетельствует об отсутствии как положительного, так и отрицательного тренда температуры АВ в СЛО.

Евразийский суббассейн

Поверхностный слой в котловине Амундсена Евразийского суббассейна в первом квартале 2014 года по данным дрейфа ИТР-74 характеризовался положительной аномалией солености, затухающей на глубинах от 50 до 250 м (рис. 3.3). Максимальные значения поверхностной солености составили 33,1 ‰, превышая климатическое среднее на 1 ‰. Температура поверхностного слоя, близкая к температуре замерзания, была незначительно ниже климатического значения вследствие повышенной солености.

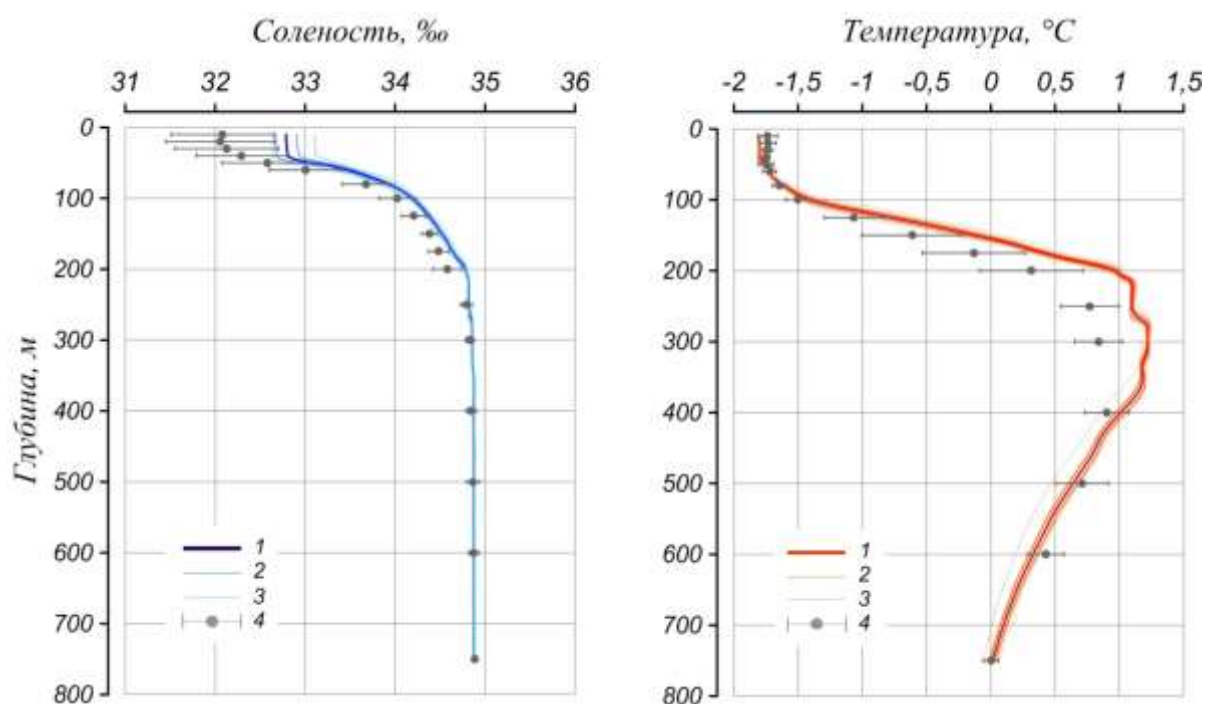


Рис. 3.3. Вертикальное распределение солености и температуры воды в котловине Амундсена в январе-марте 2014 г. по результатам измерений профилографа ИТР-74. (Условные обозначения см. рисунок 3.2.)

Слой атлантических вод (АВ) в Евразийском суббассейне СЛО продолжает характеризоваться высокими положительными аномалиями температуры воды, которые в некоторых случаях превосходят по амплитуде стандартные отклонения климатических значений в два раза. Температура ядра АВ в первом квартале 2014 г. аналогично этому же периоду времени 2013 г. превышала климатическое значение на $0,4^{\circ}\text{C}$ и варьировала около изотермы $1,2^{\circ}\text{C}$. Помимо аномалии термического состояния продолжает прослеживаться аномалия в локализации ядра АВ и его границ. Верхняя граница АВ, определяемая по изотерме 0°C , была расположена на глубине 150 м, что примерно на 40 м выше ее климатического положения.

Необходимо отметить, что на глубинах от 450 м до 750 м в слое АВ была зафиксирована незначительная отрицательная ($-0,1^{\circ}\text{C}$) аномалия температуры, не наблюдавшаяся ранее.

Основные выводы.

Согласно результатам наблюдений, выполненных в первом квартале 2014 г., гидрологический режим СЛО продолжает характеризоваться аномальным состоянием по отношению к климатическому среднему. Распределение поверхностной солености характеризуется наличием дипольной структуры, выраженной высокими отрицательными аномалиями солености (-2‰) в Амеразийском суббассейне и положительными аномалиями ($+1\text{‰}$) в Евразийском. Сохраняется положительная аномалия температуры ядра АВ, значение которой варьируется в пределах $+0,4^{\circ}\text{C}$. Верхняя граница АВ залегает на 40 м выше по сравнению с климатическим положением. Также как и АВ, летние тихоокеанские воды характеризуются повышенными температурами, превышающими климатические значения на $1,3^{\circ}\text{C}$.

В заключение можно отметить, что термохалинное состояние вод СЛО в первом квартале 2014 г. полностью соответствует аналогичному периоду 2013 г.

3.2 Уровень арктических морей

Характеристика особенностей колебаний уровня арктических морей за период с января по март 2014 г. составлена по данным четырехсрочных наблюдений на 15-ти станциях, расположенных в морях Карском, Лаптевых и Восточно-Сибирском (таблица 3.2). В Чукотском море 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 2014 г.**

Станция	Широта	Долгота
Карское море		
им.Е.К. Фёдорова (м. 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
о-ва Известий ЦИК	75 57 N	82 57 E
о. Визе	79 30 N	76 59 E
м. Стерлегова	75 25 N	88 54 E
Голомянный	79 33N	90 37 E
ГМО им.Е.К.Фёдорова (м. 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
Восточно-Сибирское море		
Певек	69 42 N	170 15 E

В юго-западной части Карского моря (рис. 3.4) на станциях Амдерма и им.Е.К.Фёдорова (м. Болванский Нос) колебания уровня в январе и феврале происходили на пониженном фоне (–8..... –19 см), в марте среднемесячные значения уровня повысились до +10 см и +13 см, соответственно. Наибольший подъем уровня в юго-западной части Карского моря отмечался 10 марта, когда уровень на станциях Амдерма и им. Е.К. Федоров поднялся соответственно на 57 и 59 см выше среднемноголетнего значения. Наиболее значительное понижение уровня было зарегистрировано 13 февраля, при этом уровень опустился до отметки –73 см на станции им.Е.К. Фёдорова (м. Болванский Нос) и –55 см на станции Амдерма.

В северной части Карского моря (рис. 3.5) на станциях ГМО им. Е.К. Фёдорова (м. Челюскина) и о. Визе, колебания уровня в январе и феврале также происходили на пониженном фоне (–12....–26 см). В марте среднемесячный уровень на станции ГМО им. Е.К. Фёдорова (м. Челюскина) продолжал сохранять отрицательную аномалию (–17 см), а на станции о. Визе поднялся выше среднемноголетнего значения на 8 см. Наиболее

существенные понижения на станции ГМО им. Е.К. Фёдорова (м. Челюскина) наблюдались 15 февраля и 4 марта, когда аномалия уровня составила -60 см и -56 см соответственно, а наиболее существенный подъем уровня отмечался 16 марта ($+40$ см) на станции о. Визе.

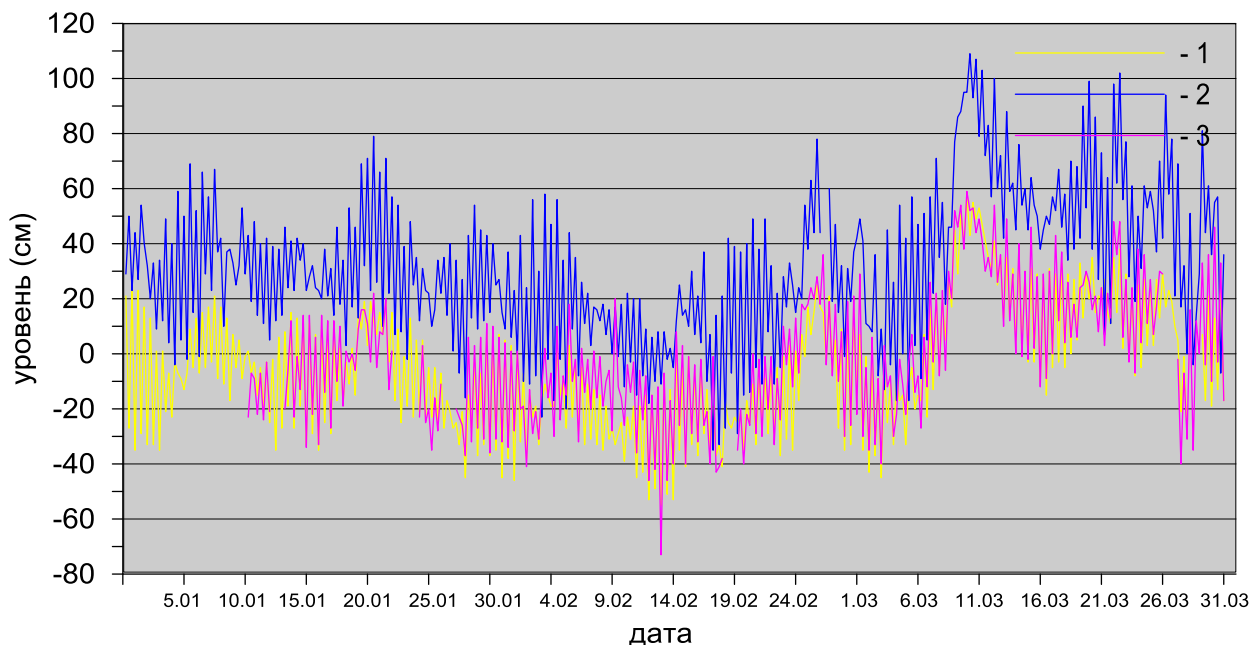


Рис. 3.4. Колебания уровня на станциях юго-западной части Карского моря в январе – марте 2014 г (1 – Амдерма; 2 – Усть-Кара; 3 – им. Е.К. Федорова).

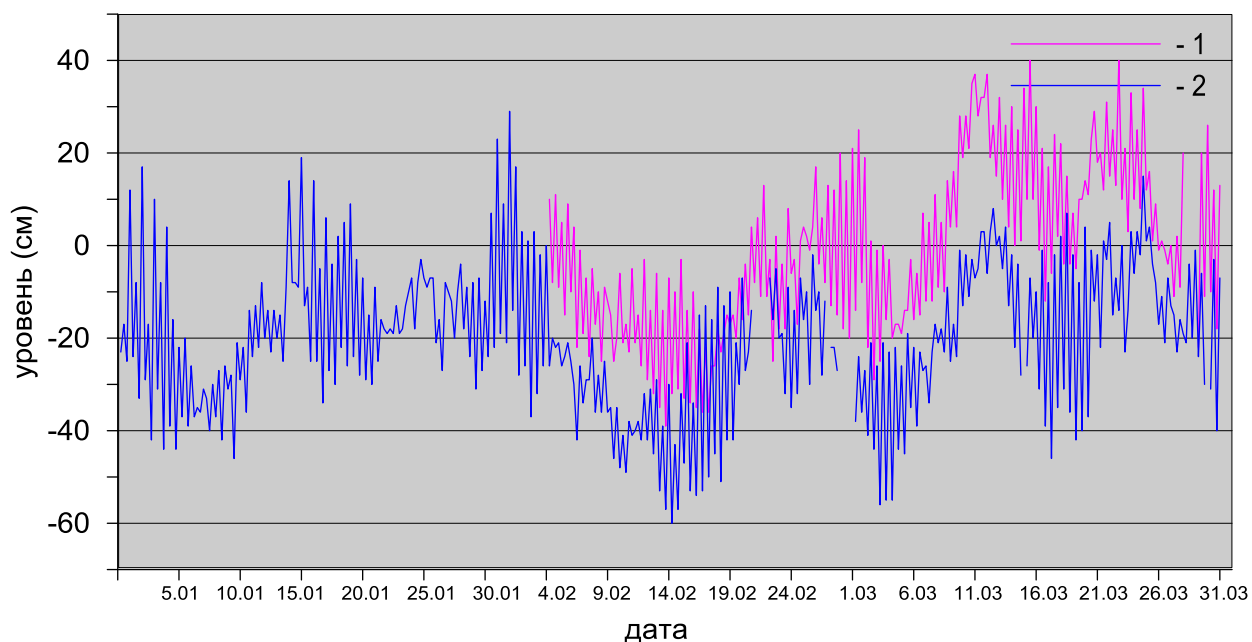


Рис. 3.5. Колебания уровня на станциях северной части Карского моря в январе – марте 2014 г. (1 – о. Визе; 2 – м. Челюскина)

Та же тенденция пониженного фона колебания уровня в январе, феврале, и повышение среднемесячного значения наблюдалась в восточной части Карского моря

(рис. 3.6): в январе пониженный фон колебаний уровня составил $-2 \dots -18$ см, в феврале среднемесячный уровень сохранялся на пониженном фоне ($-7 \dots -19$ см). В марте среднемесячные значения уровня достигли нормы а на некоторых станциях несколько превысили среднемноголетние значения ($0 \dots +11$ см). Наиболее значительный подъем уровня в этом районе произошёл 12 марта, при этом подъем уровня составил: на станциях Сопочная Карга $+43$ см, Диксон $+48$ см, о-ва Известий ЦИК $+53$ см. Наиболее существенное понижение уровня наблюдалось 8 января на станциях Сопочная Карга и Диксон когда значение уровня понизились на 70 см и 72 см относительно среднемноголетних значений, соответственно.

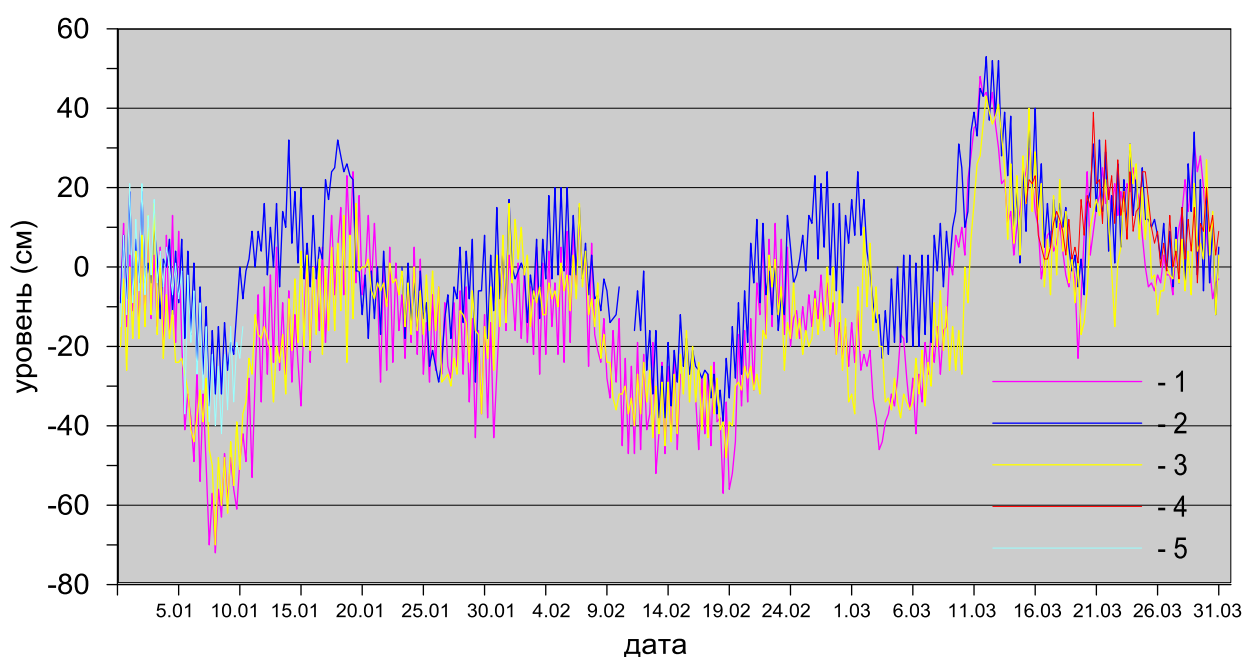


Рис. 3.6. Колебания уровня на станциях восточной части Карского моря в январе – марте 2014 г. (1 – Диксон; 2 – о-ва Известий ЦИК; 3– Сопочная Карга; 4– Голомянный; 5 – м.Стерлегова)

В юго-западной части моря Лаптевых на станции Анабар (рис. 3.7) колебания уровня в январе происходили на пониженном фоне (-16 см). В феврале и марте значения уровня приблизились к среднему ($+1$ см... $+6$ см) Наибольший подъем уровня наблюдался 1 марта ($+65$ см), а наибольшее понижение уровня наблюдалось 21 марта (-85 см).

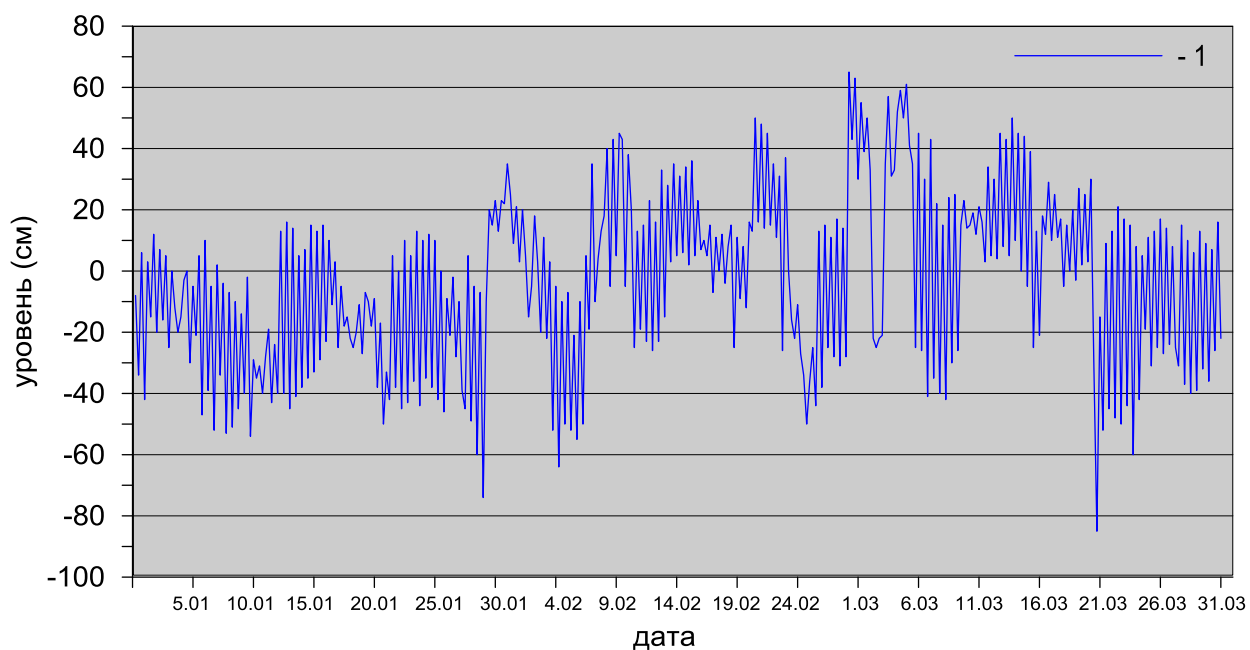


Рис. 3.7. Колебания уровня в юго-западной части моря Лаптевых (Анабар) в январе-марте 2014 г.

В восточной части моря Лаптевых (рис. 3.8) на станциях м. Кигилях, пр. Санникова и о. Котельный фоновые колебания уровня носили пониженный характер. В феврале среднемесячные значения были наименьшими (–16..... –22 см), к марту фон колебаний повысился, но оставался отрицательным (–10 см..... –17 см). Наибольший подъем уровня в этом районе отмечался 2 февраля, когда уровень на станции о. Котельный поднялся на 42 см выше среднемноголетнего значения.

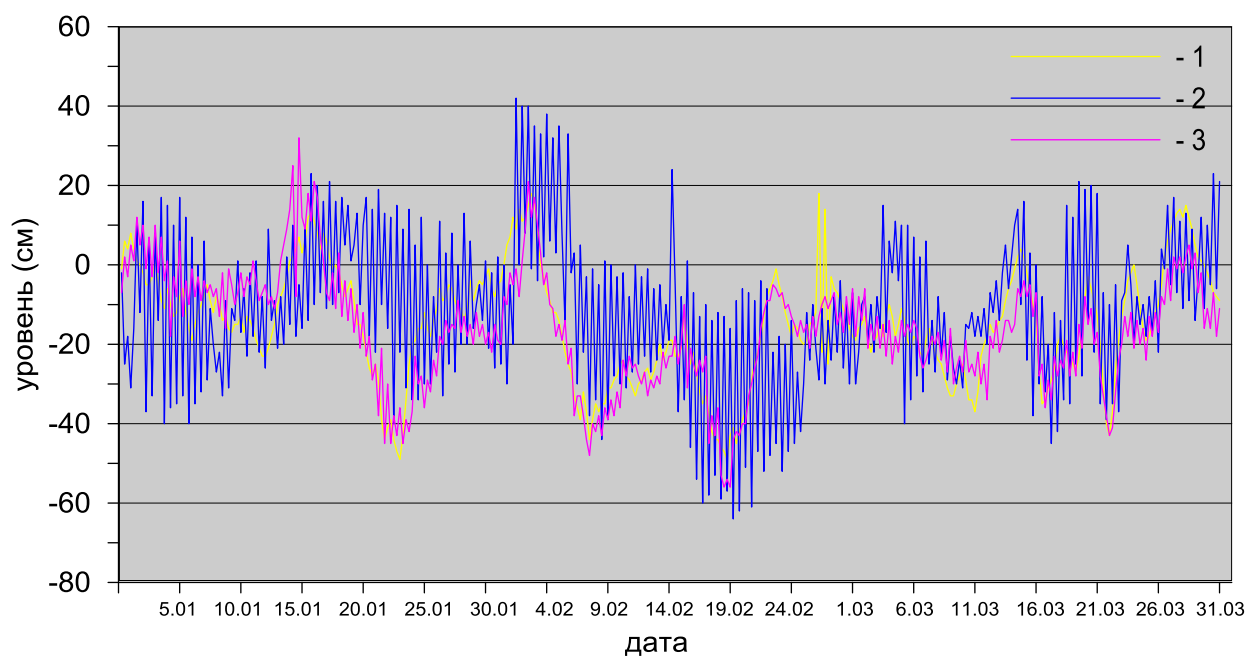


Рис. 3.8. Колебания уровня на станциях восточной части моря Лаптевых в январе – марте 2014 г. (1 – м. Кигилях; 2 – о. Котельный; 3 – пр. Санникова)

Наибольшее значительное понижение уровня наблюдалось 19–20 февраля, минимальный уровень при этом составил –49 см, –56 см и 64 см на станциях м. Кигилях, пр. Санникова и о. Котельный соответственно.

По данным наблюдений на станции Певек (рис. 3.9) в Восточно-Сибирском море колебания уровня происходили на пониженном фоне (–10... –19 см). Наиболее значительный подъем уровня на станции Певек отмечался 15 января (+41 см). Наибольшие понижения уровня составляли –60 см 26 января и –61 см 1 февраля.

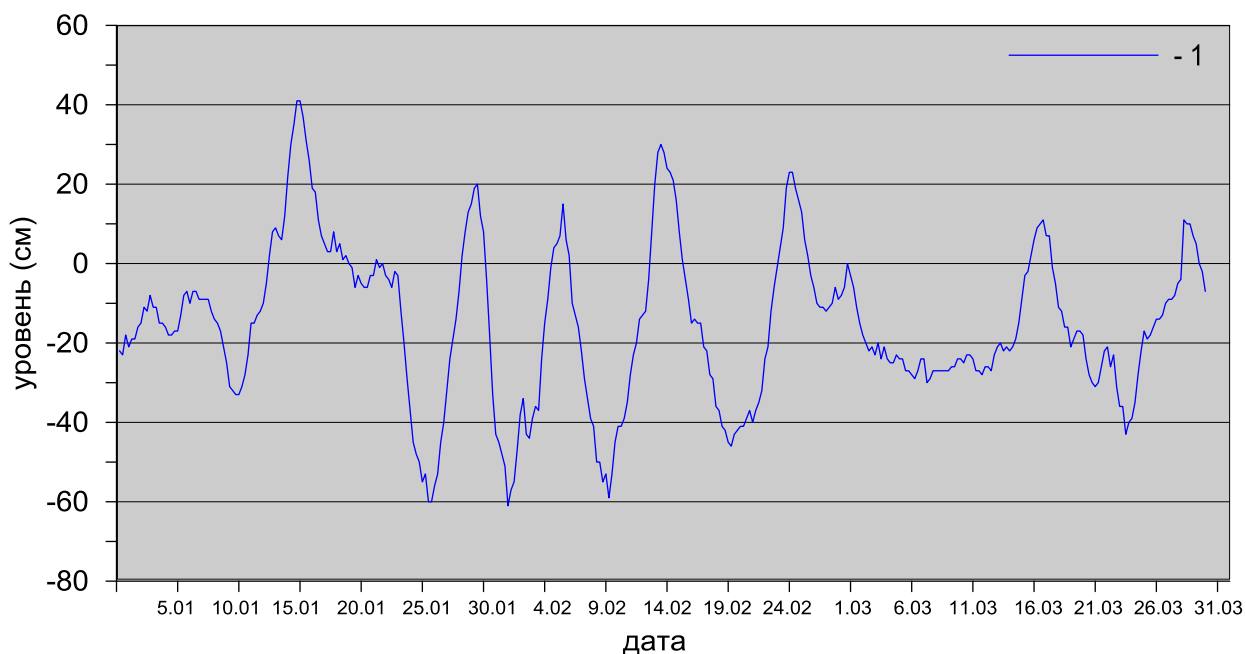


Рис. 3.9. Колебания уровня в Восточно-Сибирском море (станция Певек) в январе – марте 2014 г.

Наблюдений за колебаниями уровня на станциях, расположенных в Чукотском море за первые три месяца 2014 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 2014 г. Расчеты морского волнения осуществлялись с использованием спектрально-параметрической модели, разработанной в ЛО ГОИНе и модифицированной в ААНИИ. Положение кромки льда при расчетах задается по ежедневным спутниковым многоканальным микроволновым данным (SSM/I). Сведения о распределении высот волн H_s для Баренцева моря приведены в

таблице 3.3 Акватории Карского моря, а также морей Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского в этот период были закрыты льдом сплоченностью 5 и более баллов.

Таблица 3.3.

Повторяемость (число дней) различных градаций высот волн (Hs) в Баренцевом море в первом квартале 2014 г.

Месяц	Высота волн, м								
	0–1	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6	6–7	7–8	8–9
Январь	–	7	13	7	4	–	–	–	–
Февраль	–	–	4	9	12	1	2	–	–
Март	–	2	7	12	5	1	2	1	1
Итого	–	9	24	28	21	2	4	1	1

Как видно из таблицы 3.3, в 1 квартале 2014 г. на акватории Баренцева моря в большинстве случаев развивалось волнение в диапазоне высот от 2 до 5 м.

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

- 3 (10%) – в феврале;
- 5 (16 %) – в марте.

Эти показатели выше, чем в 2013 г. Тогда максимальная расчетная высота волн на входе в Баренцево море в январе не превышала 7 м.

Процент штормовой активности и сведения из таблицы 3.3 показывают, что в первом квартале 2014 г. самым штормовым месяцем стал март, в течение которого высота волн пять раз превышала 5 м. Самый сильный шторм был рассчитан на входе в Баренцево море (в юго-западной части) 7 марта 2014 г. (на 12 ч UTC высота волны превысила 8 м). Продолжительность этого шторма составила два дня. Следующим по штормовой активности стал февраль (высота волн более 6,5 м рассчитана 13 февраля на 18 ч UTC).

На рисунке 3.10, в качестве примера, приведено поле ветра и высот волн Hs на акватории Баренцева моря на 18 часов 13 февраля 2014 г.

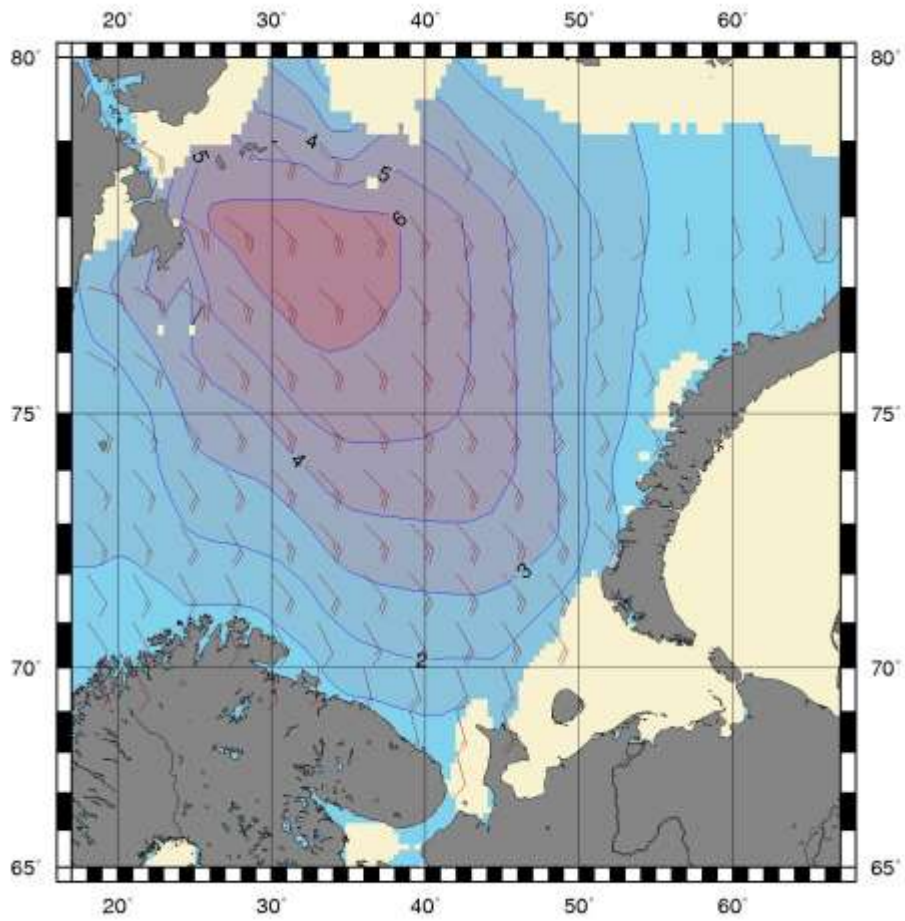


Рис. 3.10. Поле ветра и высоты волн (H_s , м) в Баренцевом морена 18ч UTC 13 февраля 2014 г.