

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

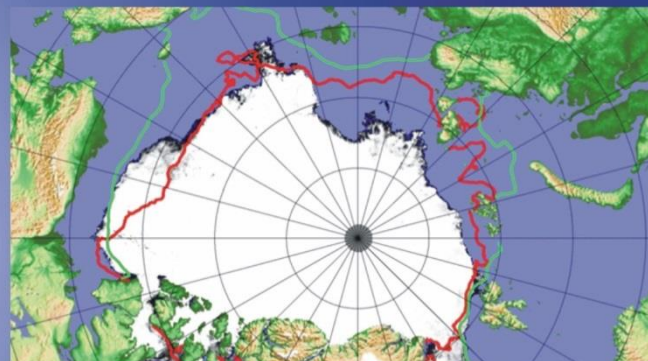


Государственный научный центр РФ
Арктический и антарктический научно-
исследовательский институт

ОБЗОР

гидрометеорологических процессов в Северном Ледовитом океане

III квартал 2015



СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ.....	2
ВВЕДЕНИЕ	3
1. Метеорологические условия в Северной полярной области в июле–сентябре 2015 г.....	5
1.1. Мониторинг крупномасштабных атмосферных процессов в полярном районе Северного полушария	5
1.2. Мониторинг метеорологических параметров в Северной полярной области 17	
2. Ледовые условия и процессы в Северном Ледовитом океане и его морях в июле-сентябре 2015 года.....	29
3. Гидрологические и гидрохимические условия в Северном ледовитом океане в июле-сентябре 2015 г.	42
3.1 Термохалинные условия арктических морей.....	42
3.2. Гидрохимические условия арктических морей	47
3.3. Уровень арктических морей	50
3.4. Ветровое волнение на акватории арктических морей.....	55

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий обзор содержит описание особенностей развития метеорологических, ледовых и гидрологических процессов в Северном Ледовитом океане и его морях в третьем квартале (июле-сентябре) 2015 года. Фактическая информация для составления обзора получена по данным государственной наблюдательской сети, центров приема спутниковой информации Росгидромета, 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 и его морях 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 и Центра ледовой и гидрометеорологической информации (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 ФГБУ «ААНИИ» д.г.н., профессором Фроловым И.Е.

Подготовку и оформление обзора осуществлял вед. инженер отдела ледового режима и прогнозов Хотченков С.В..

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

1. Метеорологические условия в Северной полярной области в июле–сентябре 2015 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 апреля по июнь 2015 г.

Анализ и оценка тенденций развития процессов во втором квартале проводился с учетом процессов за предшествующий период январь – июнь 2015 г., особенности которых более подробно были представлены ранее.

При анализе и диагностике 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 Вангенгейма–Гирса. Формы (атлантико-евразийский сектор) и типы (тихоокеано-американском сектор) отражают основные состояния атмосферы в двух секторах северного полушария.

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

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 июля по сентябрь 2015 г. были выявлены следующие особенности их развития.

Фоновые особенности развития крупномасштабных атмосферных процессов за третий квартал 2015 г. представлены в виде среднемесячных значений числа дней с основными формами и типами циркуляции по классификации Вангенгейма-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 июль – сентябрь 2015 г.

Показатель	Индексы циркуляции атмосферы					
	Форма			Тип		
	<i>W</i>	<i>C</i>	<i>E</i>	3	M_1	M_2
Число дней	27	16	39	9	71	12
Аномалия	-8	-10	18	-30	31	-1

В период июль – сентябрь 2015 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 18 дней и составили за период 39 дней.

Во втором секторе аномально высокую повторяемость имели меридиональные процессы типа M_1 . Данные процессы отмечались 71 день, что выше нормы на 31 день.

Анализ процессов показал, что в июле – сентябре 2015 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 июля по сентябрь 2015 г. представлен на рис. 1.1.

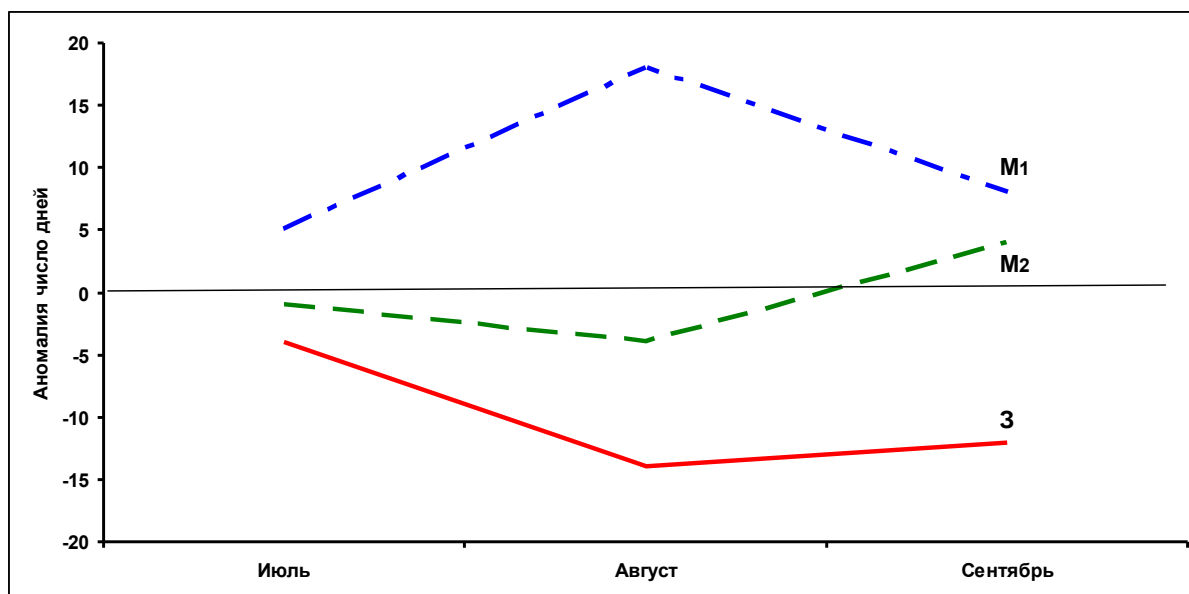
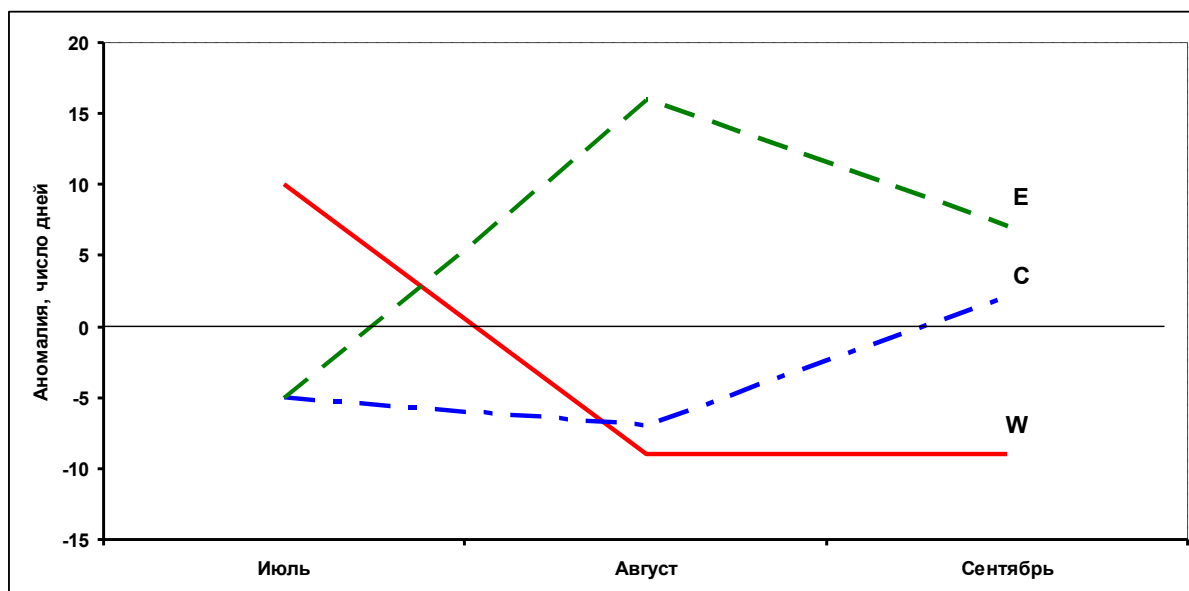


Рисунок 1.1. Ход среднемесячных аномалий числа дней с основными формами и типами циркуляции атмосферы в период июль – сентябрь 2015 г.

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

Схема развития и перестройки крупномасштабных атмосферных процессов в Северном полушарии с июля по сентябрь 2015 г. выглядит следующим образом:

Июль (W_{M_1}) → Август (E_{M_1}) → Сентябрь ($E+C_{M_1+M_2}$)

Отмеченные тенденции в перестройках крупномасштабные атмосферных процессов Северного полушария 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.

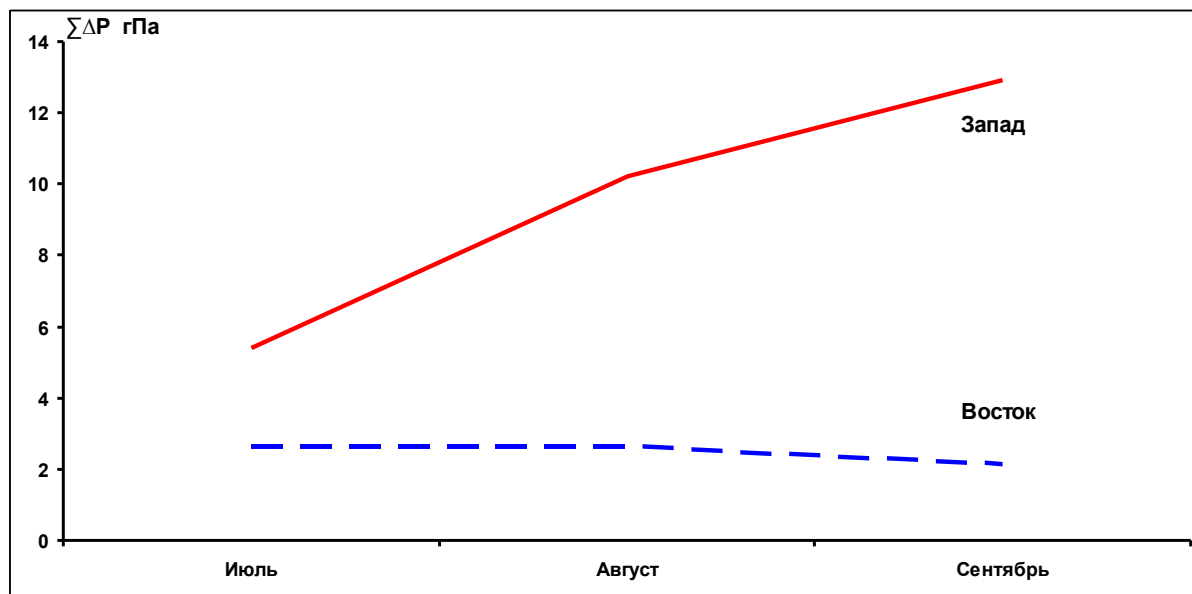


Рисунок 1.2. Интегральные кривые среднемесячных значений аномалий давления (гПа) в июле - сентябре 2015 г. европейском (запад) и американском (восток) секторах полярного района Арктики.

В первом европейском секторе Арктики под влиянием июле и августе арктического антициклона и в сентябре гребня континентального антициклона отмечались положительные аномалии давления и устойчивая тенденция к их повышению.

Во втором американском секторе Арктики в июле под влиянием гребня арктического антициклона преобладали положительные аномалии давления. В дальнейшем под влияние циклонов Тихого океана фон давления понизился до отрицательных аномалий.

Изменения в июле – сентябре 2015 г. среднемесячных значений аномалий температуры по полярному району представлены на рис. 1.3.

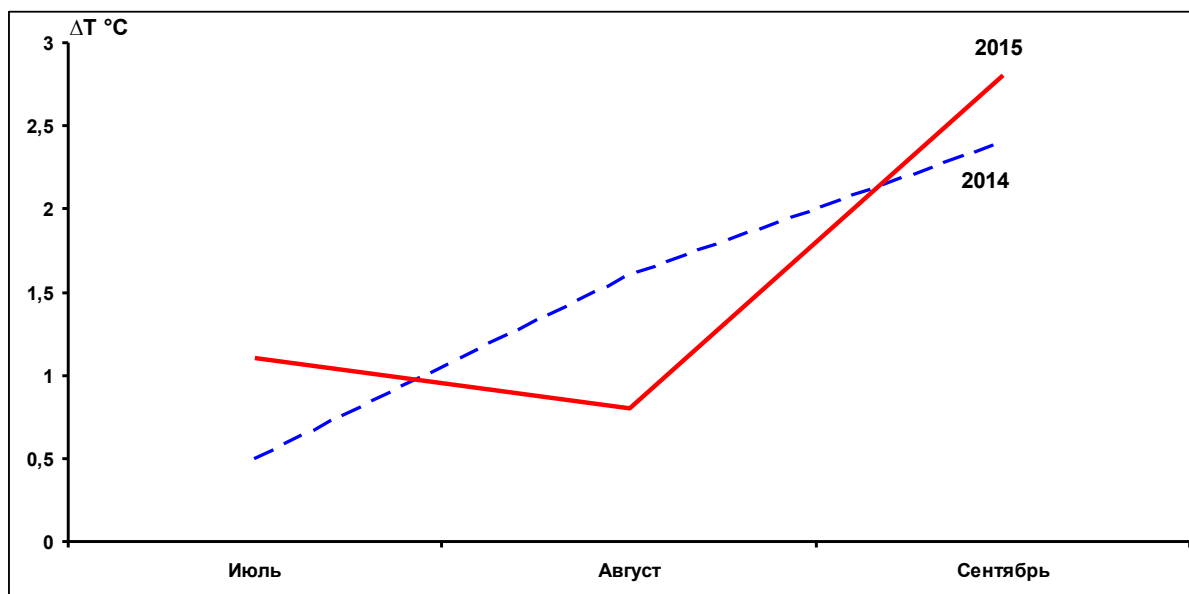


Рисунок 1.3. Средние месячные аномалии температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) в широтном поясе $70 - 85^{\circ}$ с.ш. в июле – сентябре 2014 и 2015 гг.

Во все месяцы фон температуры в целом над полярным районом оставался аномально высоким и выше на $0,1^{\circ}\text{C}$, чем в третьем квартале прошлого года.

Тенденция к значительному повышению температурного фона от августа к сентябрю была обусловлена крупномасштабной перестройкой атмосферных процессов в полярном районе Арктики от низкоширотных траекторий циклонов Северной Атлантики к высокоширотным траекториям.

Структурные особенности развития атмосферных процессов в третьем квартале 2015 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 июле – сентябре 2015 г. и их влияние на структуру термобарических полей в отдельных районах Арктики представлены ниже.

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

В **июле** центр циркумполярного вихря (ЦПВ) на изобарической поверхности 500 гПа сместился в южном направлении в район юго-восточной части Баренцева моря. Высотная фронтальная зона располагалась над континентальной частью Евразии, под которой отмечалась наиболее активная циклоническая деятельность. Полярный район находился под влиянием высотного гребня, под которым в приземном поле сформировался обширный антициклон (рис. 1.4).

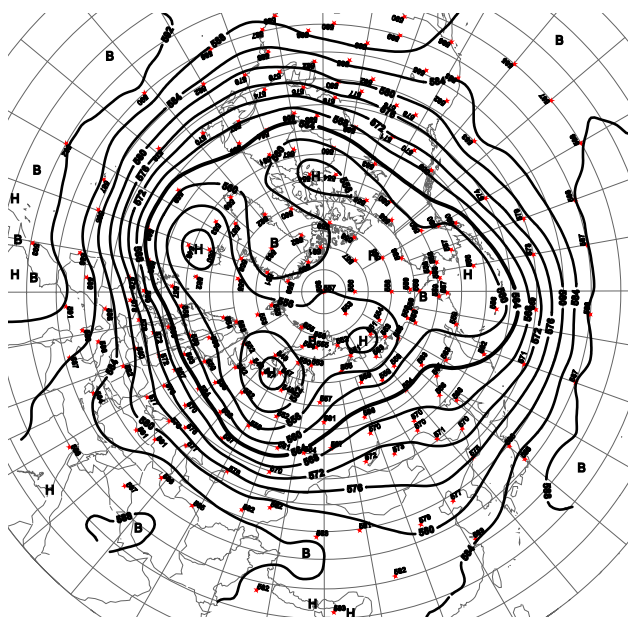


Рисунок 1.4. Поля среднего геопотенциала (дам) изобарической поверхности 500 гПа в июле 2015 г.

В первом секторе произошла перестройка в направленности крупномасштабных атмосферных процессов от разновидностей меридиональных форм циркуляции к зональной – западной форме. Под влиянием арктического антициклона циклоны Северной Атлантики сериями смещались по низкоширотным траекториям по континенту Евразии. Фон давления в данном секторе Арктики был значительно выше нормы до значений 8-10 гПа.

При устойчивых воздушных потоках юго-восточных направлений в районе Карского моря сформировались положительные аномалии среднемесячной температуры (до 3-4 °С). Отрицательные аномалии температуры преобладали в Норвежском, Лаптевых и южной части Баренцева морях и наблюдались при северо-восточных направлениях воздушных потоков (рис.1.5).

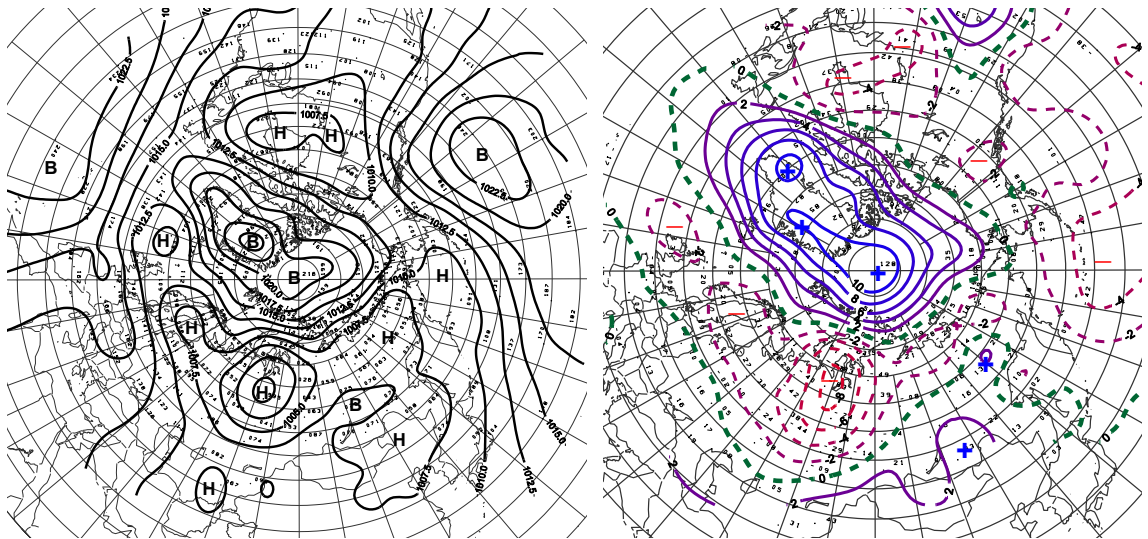


Рисунок 1.5. Поле среднего приземного давления (слева) и его аномалии (справа) в июле 2015 г.(гПа)

Во втором (тихоокеано-американском) секторе, также как и в июне, преобладали меридиональных процессов типа M_1 .

Отличием явилось то, что выходы циклонов в полярный район были блокированы устойчивым гребнем арктического антициклона. Вследствие этого фон давления сменился с отрицательных аномалий на положительные.

Воздушные потоки юго-западных направлений обусловили адвекцию теплых воздушных масс и формирование аномалий температуры на 1-3°C выше нормы (рис.1.6).

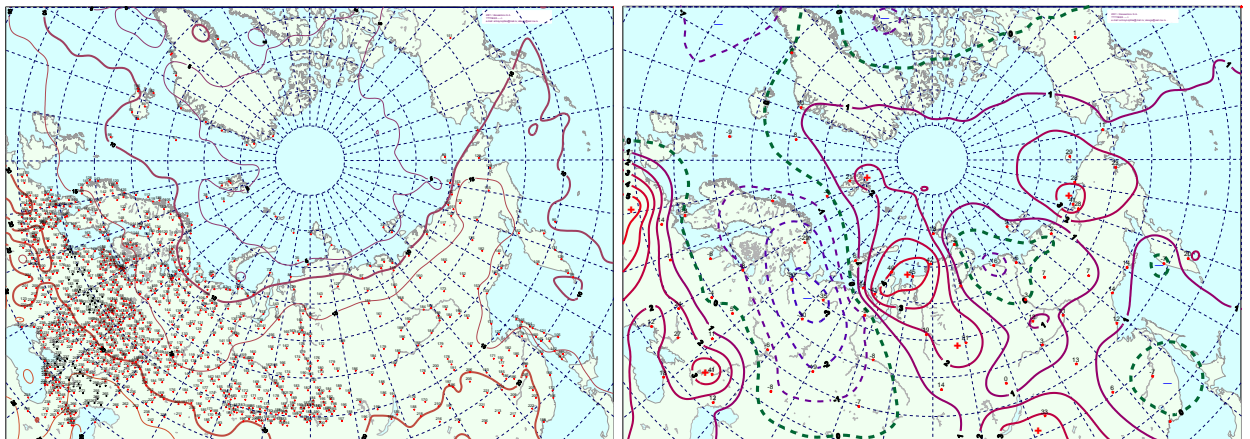


Рисунок 1.6. Поле средней месячной приземной температуры воздуха (слева) и аномалии температуры (справа) в июле 2015 г., (°C)

В августе произошла перестройка в направленности крупномасштабных атмосферных процессов от западной формы циркуляции к восточной. Центр циркумполярного вихря на изобарической поверхности 500 гПа сместился из западного сектора Арктики в восточный. Европа и полярный район находились под влиянием

высотного гребня. В данных районах в приземном поле сформировались устойчивые антициклоны (рис. 1.7).

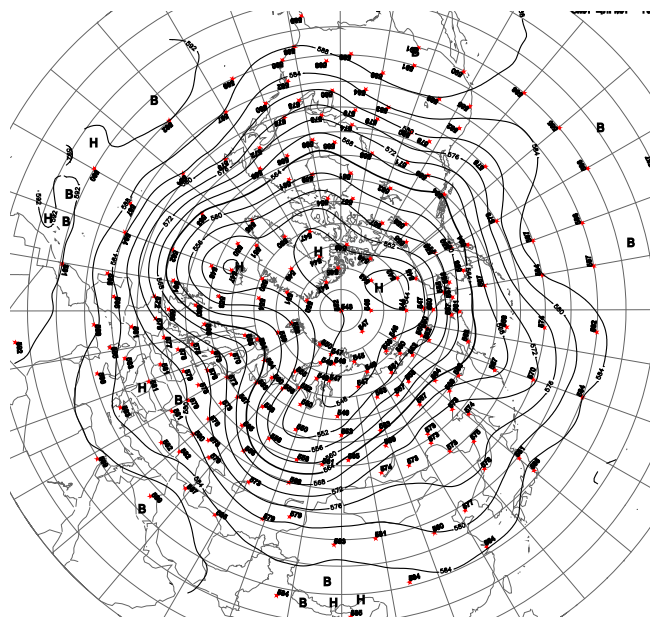


Рисунок 1.7. Поля среднего геопотенциала (дам) изобарической поверхности 500 гПа в августе 2015 г.

В первом (атлантико-евразийском) секторе отмечалось крайне устойчивое развитие процессов восточной формы циркуляции атмосферы. Число дней с данной формы за месяц составило 28 дней, что больше нормы на 16 дней. Под влиянием гребней континентального и арктического антициклонов выход циклонов Северной Атлантики в полярный район был блокирован. Фон давления в западном секторе был выше нормы на 4-8 гПа. Преобладали воздушные потоки неустойчивые по направлению. Фон температуры был выше нормы на 1-2 °С (рис. 1.8).

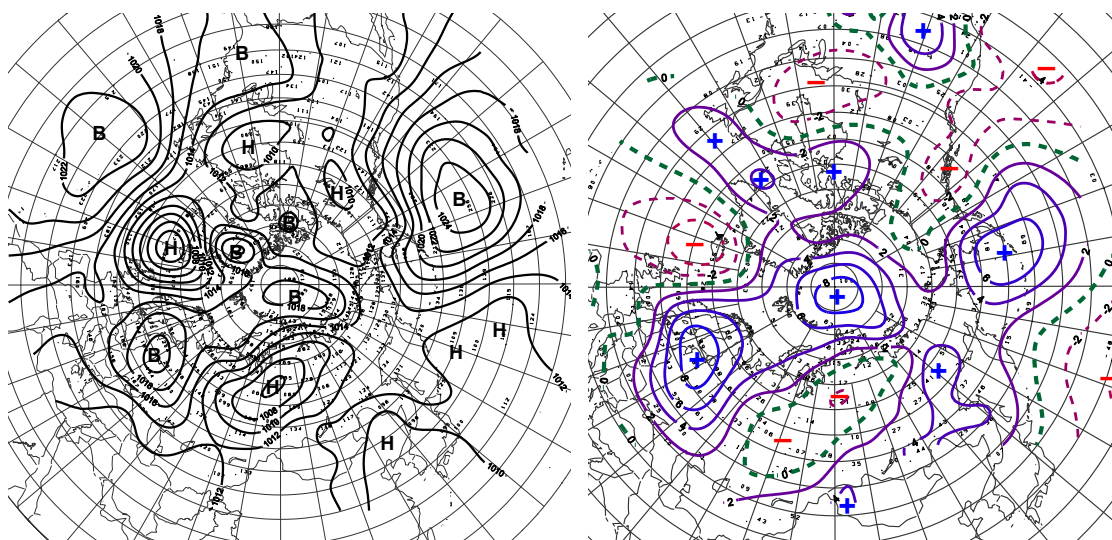


Рисунок 1.8. Поля среднего приземного давления (слева) и его аномалии (справа) в августе 2015 г. (гПа)

Во втором (тихоокеано-американском) секторе направленность крупномасштабных процессов сохранилась. Отмечалась устойчивая повторяемость в течение всего месяца процессов типа M_1 .

Отличием по сравнению с предыдущим месяцем явилось активизация циклонической деятельности в районе моря Бофорта и понижение здесь фона давления от положительных до отрицательных значений аномалий давления (рис. 1.9).

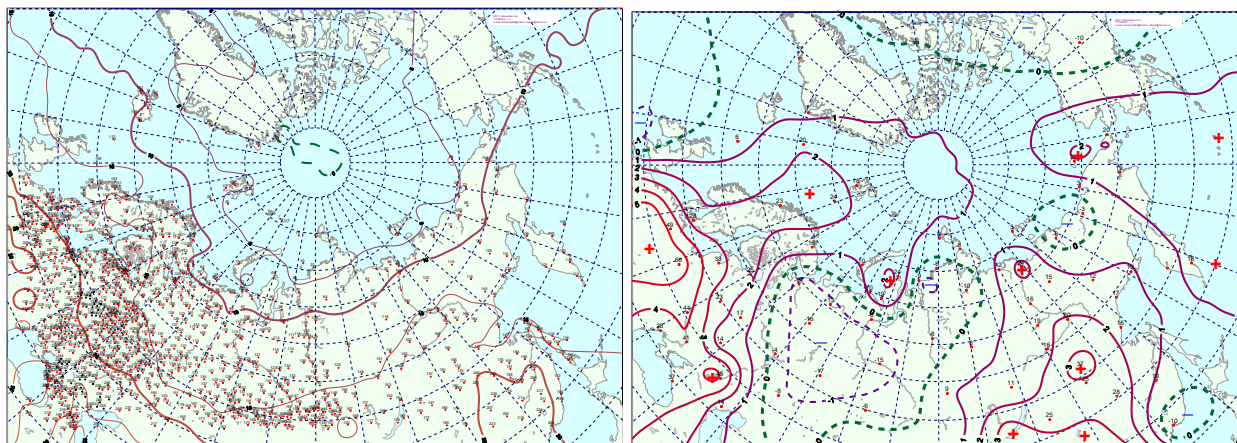


Рисунок 1.9. Поле средней месячной приземной температуры воздуха (слева) и аномалии температуры (справа) в августе 2015 г., (°С)

В **сентябре** основной центр циркумполярного вихря сместился в приполюсный район, где в приземном поле отмечалась наиболее активная циклоническая деятельность (рис. 1.10).

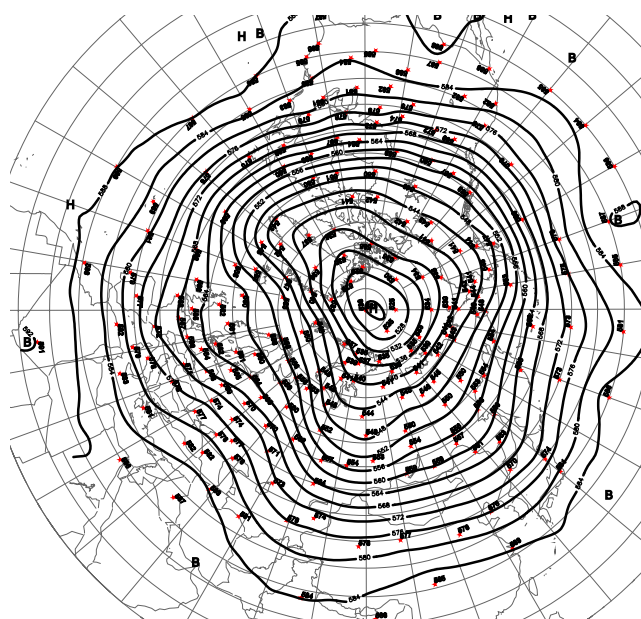


Рисунок 1.10. Поля среднего геопотенциала (дам) изобарической поверхности 500 гПа в сентябре 2015 г.

В *первом секторе* произошла перестройка в направленности крупномасштабных атмосферных процессов. Под влиянием над континентальной частью Евразии гребней азорского и континентального антициклонов циклоны в системе исландского минимума смещались по высокоширотным траекториям в полярный район Арктики. Фон давления в приатлантическом районе был выше нормы, а в приполюсном районе ниже нормы.

При устойчивых во времени воздушных потоках юго-западных и западных направлений сформировался фон температуры был выше нормы (рис.1.11).

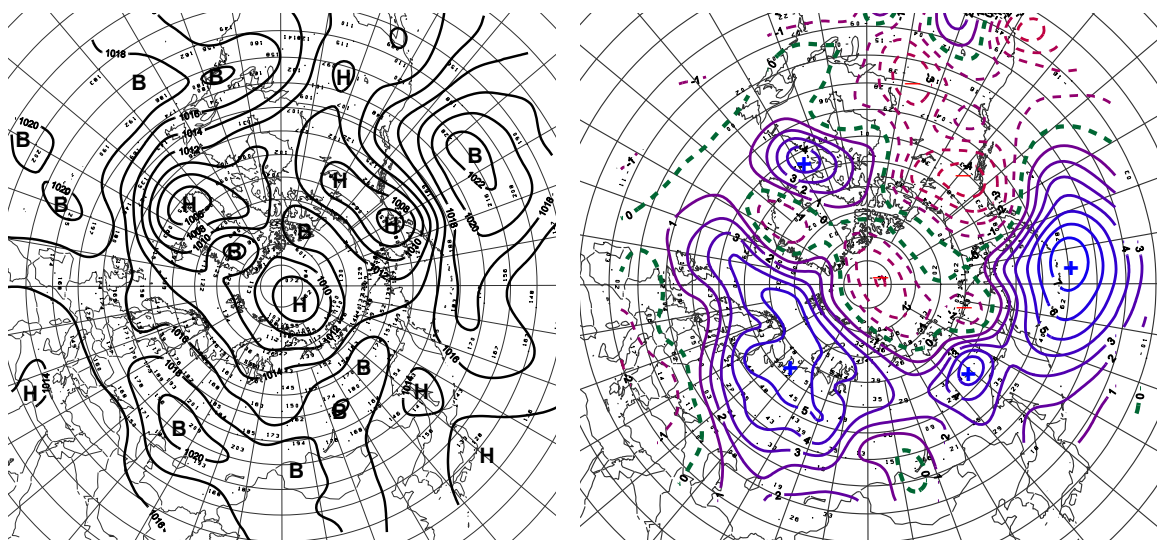


Рисунок 1.11. Поле среднего приземного давления (слева) и его аномалии (справа) в сентябре 2015 г. (гПа)

Во *втором секторе* аномально повышенную повторяемость имели разновидности меридиональных процессов. Под влиянием над Тихим океаном устойчивого гребня гавайского антициклона циклоны в системе алеутского минимума смещались по высокоширотным траекториям в полярный район Арктики. Фон давления был около нормы. Преобладали воздушные потоки восточных направлений. Сформировались аномалии температуры от 0 до плюс 3 °С (рис.1.12).

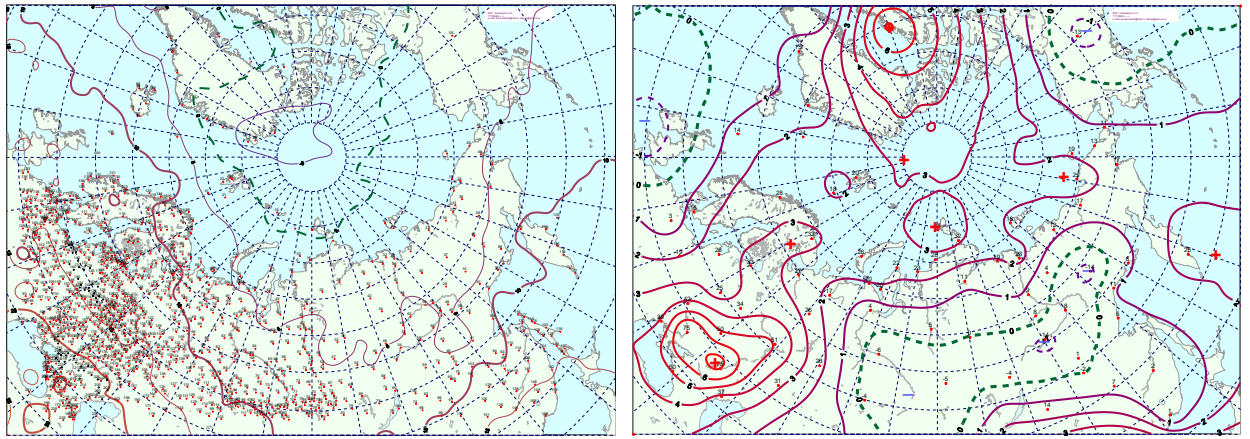


Рис. 1.12. Поле средней месячной приземной температуры воздуха (слева) и аномалии температуры (справа) в сентябре 2015 г., (°C)

Проведенный анализ развития и перестроек атмосферных процессов показал, что характерный для текущей циркуляционной стадии развития атмосферных процессов температурный фон с преобладанием положительных аномалий температуры в третьем квартале 2015 г. сохранился.

На рисунке 1.13 приводятся фоновые среднегодовые значения аномалий температуры для акваторий морей российской Арктики в третьем квартале 2015 г. в сравнение с прошлым 2014 г. Понижения температурного фона на 1-3°C отмечались в Лаптевых, Восточно-Сибирском морях и Чукотском морях. Значительное повышение фона температуры воздуха имело место в Баренцевом, Карском морях.

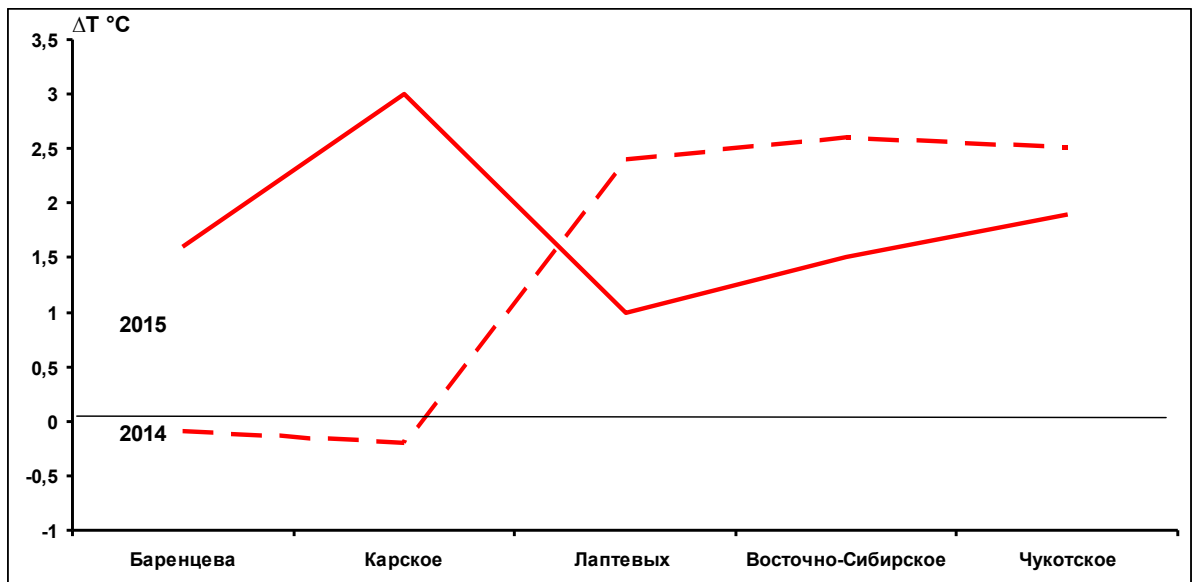


Рисунок 1.13. Средние за третий квартал значения аномалий температуры воздуха (°C) по акватории морей российской Арктики в 2014 и 2015 гг.

Структурные внутримесячные особенности развития и перестроек атмосферных процессов в июле - сентябре 2015 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 июля по сентябрь 2015 г. с внутримесячной детализацией атмосферных процессов по элементарным синоптическим процессам

Июль 2015			Август			Сентябрь		
ЭСП	А-Е	Т-А	ЭСП	А-Е	Т-А	ЭСП	А-Е	Т-А
1-3	С	М1				1-4	С	М1
4-6	С	М1	1-3	W	М1	5-7	С	М1
7-9	W	М1	4-8	Е	М1	8-10	С	М2
10-12	W	3	9-12	Е	М1	11-14	Е	М1
13-15	W	3	13-15	Е	М1	15-17	Е	М2
16-20	W	М1	16-19	Е	М1	18-21	W	3
21-25	W	М1	20-24	Е	М1	22-26	Е	М1
26-30	Е	М1	25-31	Е	М1	27-30	Е	М2
31	W	М2						
Итого	W 20 (10)	3 6 (-4)	Итого	W 3 (-9)	3 0 (-14)	Итого	W 4 (-8)	3 4 (-11)
	С 6 (-5)	М1 24 (6)		С 0 (-7)	М1 31 (18)		С 10 (2)	М1 16 (7)
	Е 5 (-5)	М2 1 (-2)		Е 28 (16)	М2 0 (-4)		Е 16 (7)	М2 10 (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, Е) и типами (3, М1, М2) атмосферной циркуляции.

Выводы.

Обобщая данные мониторинга развития и перестроек крупномасштабных атмосферных процессов и характера их проявления в метеорологических условиях полярного района Арктики за третий квартал 2015 г., можно сделать следующие выводы.

1. В период июль – сентябрь 2015 г. атмосферные процессы в Северной полярной области развивались на аномально повышенной повторяемости в первом секторе процессов восточной (Е) формы циркуляции. Процессы данной формы превысили норму на 18 дней и составили за период 39 дней.

Во втором секторе аномально высокую повторяемость имели меридиональные процессы типа M_1 . Данные процессы отмечались 71 день, что выше нормы на 31 день.

2. В средней тропосфере на изобарической поверхности H_{500} центр планетарного циркумполярного вихря находился в июле и августе соответственно в восточном и западном секторах, а в сентябре в приполюсном районе Арктики.

3. Циклоны в системе исландского минимума смещались в Арктику по низкоширотным траекториям в июле и августе. В дальнейшем в сентябре по высокоширотным траекториям.

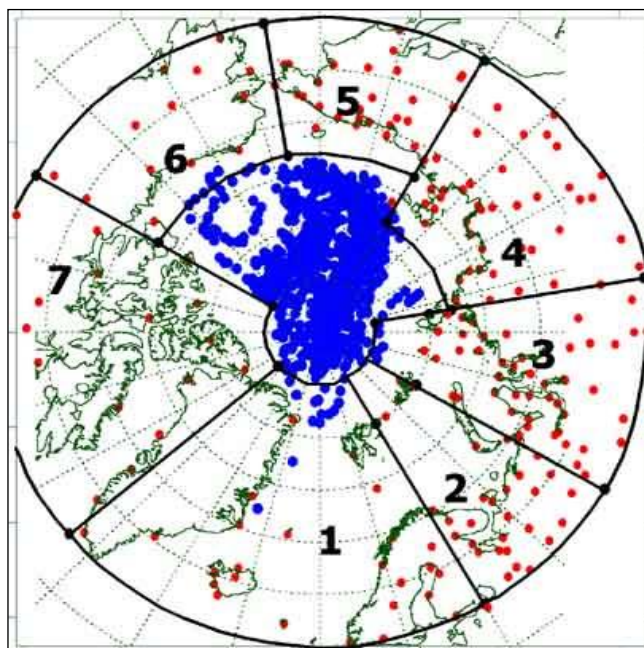
4. В приземном поле над полярным районом преобладал в июле и августе антициклональный знак поля. Наиболее активная циклоническая деятельность отмечалась в сентябре.

5. В среднем за период июль-сентябрь 2015 г. над центральным полярным районом преобладала устойчивая адвекция теплых воздушных масс и положительные аномалии температуры воздуха. Смена в направленности атмосферных процессов и вариантах адвекцию воздушных масс в целом в полярном районе Арктики обусловили тенденцию к значительному повышению температурного фона от августа к сентябрю.

6. В среднем по полярному району аномалия температуры воздуха в третьем квартале на $0,1$ °С выше, чем в третьем квартале прошлого года. Наиболее значительные повышения температурного фона отмечались в районах Карского и Баренцева морей.

1.2. Мониторинг метеорологических параметров в Северной полярной области

В настоящем разделе приводятся оценки изменения температуры воздуха и атмосферных осадков 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.



1 – Атлантический; 2 – Североευропейский; 3 – Западносибирский; 4 – Восточносибирский; 5 – Чукотский; 6 – Аляскинский; 7 – Канадский

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

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 летнего сезона рассматривался период июнь-август.

Оценка аномалий средней температуры воздуха за летний сезон 2015 г. по отдельным широтным зонам (60-85, 60-70 и 70-85° с.ш.) представлена в табл.1.3. В летнем сезоне 2015 г. аномалия температуры воздуха СПО составила 1,1 °С. Лето 2015 г. по рангу теплых лет оказалось девятым теплым летом за период с 1936 г. Наиболее теплое лето было в 2012 г. (1,5 °С). Аномалия температуры для широтной зоны 70-85° с.ш. составила 1,3 °С, а для широтной зоны 60-70° с.ш. – 0,8 °С. Прошедший летний сезон для этих широтных зон оказался соответственно пятым и четырнадцатым по рангу теплых лет за период с 1936 г.

Аномалия температуры воздуха (отклонение от нормы за 1961–1990 гг.) на территории СПО и отдельных широтных зон в среднем за летний сезон 2015 г.

Широтная зона, °с.ш.	Аномалия	Ранг аномалии	Наиболее теплый год (аномалия)	Наиболее холодный год (аномалия)
70-85	1,3	5	2012 (2,0)	1963 (-0,7)
60-70	0,8	14	2003 (1,3)	1949 (-0,8)
60-85	1,1	9	2012 (1,5)	1949 (-0,8)

Сопоставление значений аномалий летней температуры воздуха в 2015 г. в отдельных климатических районах показало наличие крупных положительных аномалий температуры в азиатском секторе (рис.1.15, табл.1.4). Аномалия температуры в районах Западносибирском и Чукотском составила 1,7 и 1,8 °С соответственно. Лето 2015 г. оказалось третьим теплым летом по рангу теплых лет в Западносибирском районе и четвертым в Чукотском.

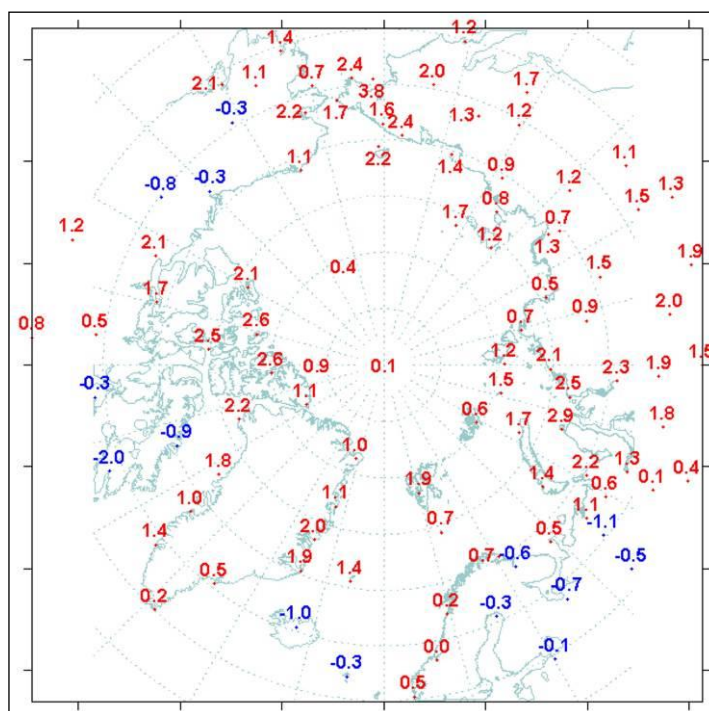


Рисунок 1.15. Значения аномалий средней температуры воздуха летнего сезона 2015 г. на станциях Северной полярной области, °С

Таблица 1.4

Аномалии (отклонение от нормы за 1961–1990 гг.) средней температуры воздуха в летнем сезоне 2015 г. для отдельных районов СПО, °С

Климатический район	Аномалия	Ранг аномалии	Наиболее теплый год (аномалия)	Наиболее холодный год (аномалия)
Атлантический	0,8	21	2003 (1,9)	1965 (-0,7)
Североевропейский	0,2	45	2013 (2,8)	1969 (-1,6)
Западносибирский	1,7	3	1912 (2,7)	1968 (-1,6)
Восточносибирский	1,2	13	2012 (2,0)	1989 (-1,2)
Чукотский	1,8	4	2007 (2,9)	1949 (-1,3)
Аляскинский	0,9	13	2004 (2,9)	1945, 1955 (-1,3)
Канадский	0,9	14	2012 (2,3)	1972 (-1,6)

В районах арктических морей наблюдались преимущественно положительные аномалии температуры. Наиболее высокие значения положительных аномалий обнаруживались в районах Карского и Чукотского морей, а также в северной части Канадского района. В районе Карского моря осредненная аномалия составила 2 °С (табл.1.5).

Таблица 1.5

Аномалии температуры воздуха в летнем сезоне 2015 г. на территории севернее широты 70°с.ш.

Море, часть климатического района	Аномалия	Ранг аномалии	Наиболее теплый год (аномалия)	Наиболее холодный год (аномалия)
Северная часть Гренландского и Норвежского морей	1,5	11	2002 (2,3)	1965 (-0,7)
Баренцево море	0,8	25	2013 (2,8)	1949 (-1,2)
Карское море	2,0	3	2012 (2,7)	1968 (-1,2)
Море Лаптевых	0,9	25	2010 (2,5)	1962 (-1,5)
Восточно-Сибирское море	1,4	11	2007 (3,7)	1949 (-1,6)
Чукотское море	1,8	3	2007 (3,9)	1965 (-1,6)
Море Бофорта	0,8	13	2012 (2,5)	1947 (-1,5)
Северная часть Канадского района	1,7	8	2011, 2012 (2,7)	1972 (-1,6)

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

Оценка линейного тренда средней температуры воздуха СПО и отдельных широтных зон за летний сезон 1936-2015 гг. показала наличие статистически значимого

(на 5% уровне значимости) положительного линейного тренда как для широтных зон к северу и югу от 70° с.ш., так и для СПО в целом (табл.1.6). Повышение температуры летнего сезона в этих широтных зонах составило 0,96 °С за 80 лет.

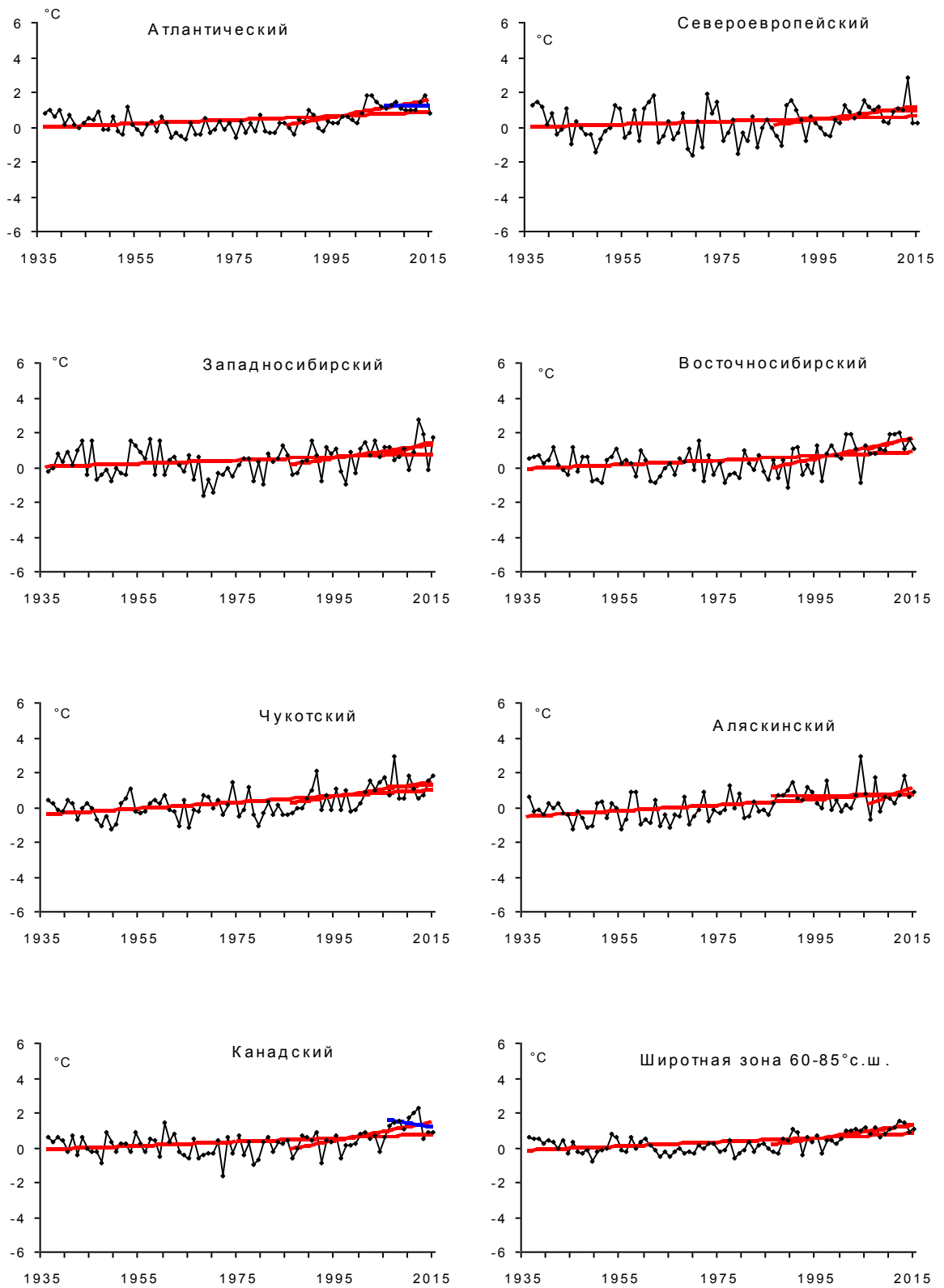


Рисунок 1.16. Временные ряды аномалий средней за летний сезон температуры воздуха в климатически однородных районах Арктики и в Арктическом регионе в целом,

°C

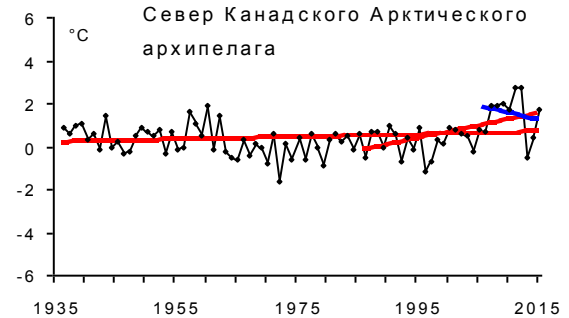
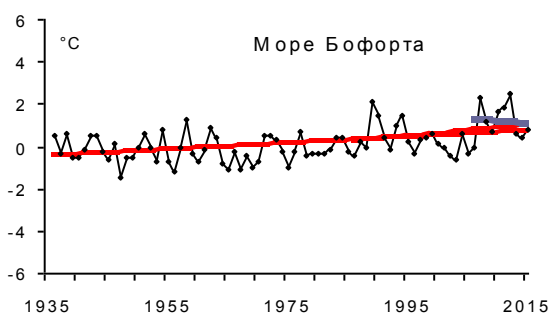
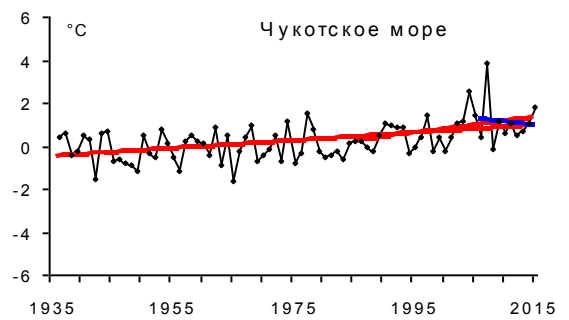
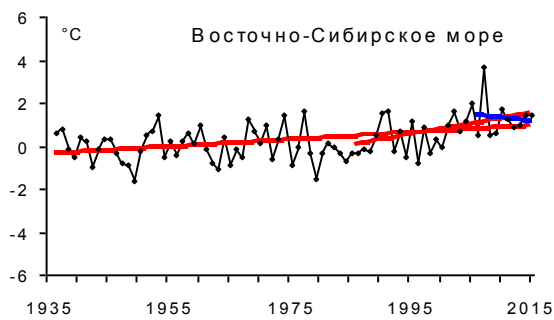
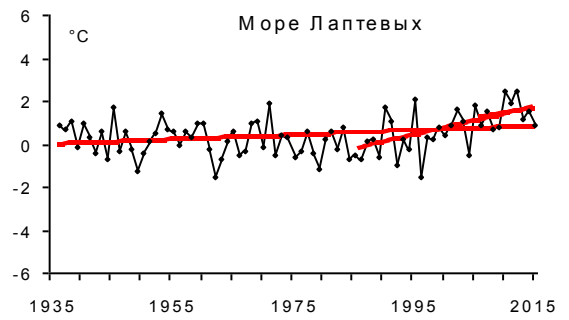
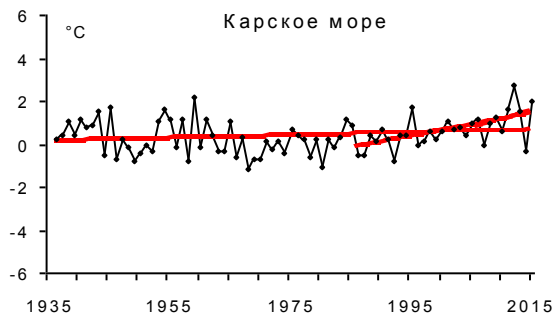
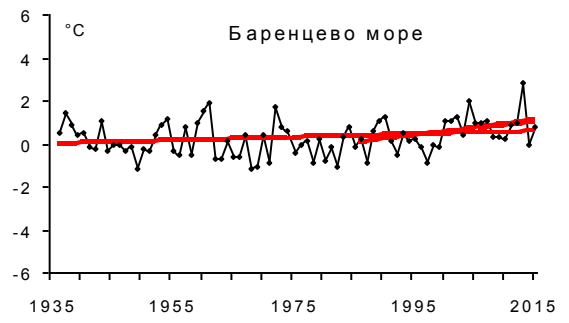


Рисунок 1.17. Временные ряды аномалий средней за летний сезон температуры воздуха над акваториями морей и Канадским архипелагом, °C

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

Район, широтная зона	1936-2015		1986-2015		2006-2015	
	<i>Bx</i>	<i>D</i>	<i>Bx</i>	<i>D</i>	<i>Bx</i>	<i>D</i>
Атлантический	0,11	41,9	0,50	72,1	0,03	03,2
Североевропейский	0,08	20,0	0,36	39,1	0,05	2,1
Западносибирский	0,09	25,9	0,40	42,3	0,81	27,3
Восточносибирский	0,12	35,1	0,58	56,7	0,68	44,0
Чукотский	0,18	52,2	0,42	46,6	0,02	0,9
Аляскинский	0,17	48,9	0,04	4,3	1,01	40,1
Канадский	0,11	37,4	0,52	62,7	-0,50	27,7
70-85° с.ш.	0,12	49,2	0,46	70,6	0,10	6,7
60-70° с.ш.	0,12	54,7	0,34	59,4	0,15	15,9
60-85° с.ш.	0,12	54,0	0,40	68,9	0,41	44,0
Примечание: <i>Bx</i> – значение линейного тренда в °С/10 лет; <i>D</i> – вклад тренда в полную дисперсию, %; жирным шрифтом выделены статистически значимые на 5% уровне тренды						

Для последнего тридцатилетнего периода 1986-2015 гг. в Северной полярной области и в отдельных широтных зонах в летней температуре характерны статистически значимые (на 5% уровне значимости) положительные тренды. Повышение температуры в целом по региону составляет 1,20 °С за 30 лет. В отдельных районах наиболее высокие значения тренда наблюдаются в изменениях температуры Восточно-сибирского района. Значение линейного тренда средней за летний сезон температуры воздуха в здесь составляет 1,74 °С/30 лет.

В последнем десятилетнем периоде отмечается появление отрицательного тренда в изменениях температуры воздуха Канадского района. Однако значения тренда статистически незначимы. В целом по региону знак тренда в температуре летнего сезона положителен.

В районах арктических морей наиболее высокая скорость повышения температуры воздуха наблюдается с последнего 30-ти летнего периода. В районе моря Лаптевых, а также в северной части Канадского района значения линейного тренда соответственно составили 1,92 и 1,74 °С/30 лет (табл.1.7).

Таблица 1.7

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

Море, часть моря	1936-2015		1986-2015		2006-2015	
	<i>Bx</i>	<i>D</i>	<i>Bx</i>	<i>D</i>	<i>Bx</i>	<i>D</i>
Северная часть Гренландского и Норвежского морей	0,18	59,7	0,53	74,2	0,18	19,1
Баренцево море	0,07	21,4	0,35	39,0	0,35	13,4
Карское море	0,06	18,7	0,53	60,1	0,78	26,2
Море Лаптевых	0,10	27,2	0,64	56,0	0,42	19,1
Восточно-Сибирское море	0,16	42,5	0,49	47,2	-0,30	9,8
Чукотское море	0,18	47,8	0,37	36,9	-0,28	7,6
Море Бофорта	0,15	43,2	0,25	26,3	-0,22	7,9
Северная часть Канадского района	0,06	17,8	0,58	52,1	-0,63	18,7

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

Атмосферные осадки.

Оценка выпавшего количества осадков в СПО проводится по тем же климатическим районам, что и для температуры воздуха теплого сезона. За теплый сезон принят период с июня по сентябрь (преимущественно выпадают жидкие осадки).

В целом для СПО осадков в теплом сезоне 2015 г. выпало выше нормы на 1,2 %. К югу от 70 °с.ш. осадков выпало больше, чем к северу, соответственно 106,8 и 92,8 % от нормы. Менее нормы осадков выпало в Атлантическом, Североевропейском и Чукотском районах (табл. 1.8). Наибольшее количество осадков летом 2015 г. наблюдалось в Западносибирском и Аляскинском районах (на 20 и 14 % выше нормы).

Таблица 1.8

Относительные аномалии (в % от нормы 1961-1990 гг.) сумм осадков теплого сезона 2015 г.

Клим. район, широтная зона	Относительная аномалия	Наибольшее значение	Наименьшее значение
Атлантический	94,7	1964 (120,5)	1968 (75,2)
Североевропейский	94,8	1981 (128,4)	1980 (68,5)
Западносибирский	120,0	2002 (122,6)	1946 (72,4)
Восточносибирский	102,2	1988 (125,2)	1967 (78,4)
Чукотский	80,7	1954 (139,6)	1982 (60,2)
Аляскинский	113,5	1951 (164,4)	1968 (54,1)
Канадский	103,4	2005 (123,5)	1977 (75,0)
60-70°с.ш.	106,8	1954 (115%)	1968 (88%)
70-85°с.ш.	92,8	1989 (127%)	1998 (84%)
60-85°с.ш.	101,2	1954 (117%)	1980 (90%)

В табл. 1.9 приведены оценки изменения сумм осадков теплого сезона за весь период (с 1936 по 2015 гг.) по северным (70-85° с.ш.) и южным (60-70° с.ш.) частям климатических районов и для районов в целом.

Таблица 1.9

Коэффициенты линейного тренда сумм осадков теплого сезона за весь период и за последнее 30-тилетие

Район, широтная зона	<i>Bx</i>	% от нормы	<i>D</i>	<i>Bx</i>	% от нормы	<i>D</i>
	1936-2015			1986-2015		
Южная часть Гренландского и Норвежского морей	-0,69	-1,5	4,6	-5,13	-4,2	13,0
Скандинавия и север ЕТР	2,69	8,8	18,8	0,58	0,7	1,6
Западная Сибирь	-1,77	-5,7	12,2	7,06	8,6	17,5
Восточная Сибирь	0,36	1,7	4,2	1,89	3,3	8,4
Чукотка	-0,37	-1,8	3,0	1,37	2,5	4,4
Аляскинский (южная часть)	-0,30	-1,2	1,6	10,88	16,7	24,5
Канадский (южная часть)	3,10	16,7	36,6	-0,91	-1,8	4,2
60-70° с.ш.	0,48	1,7	8,5	2,41	3,3	15,2
Северная часть Гренландского и Норвежского морей	0,50	3,3	4,6	1,59	3,9	6,1
Баренцево море	-0,77	-4,0	6,9	-0,12	-0,2	0,6
Карское море	-1,13	-7,3	11,8	1,16	2,8	3,9
Море Лаптевых	-2,92	-18,4	28,9	-3,51	-8,3	16,1
Восточно-Сибирское море	-4,84	-33,1	41,6	-9,57	-24,6	32,5
Чукотское море	-4,00	-24,7	27,7	-9,17	-21,2	29,1
Море Бофорта	0,97	8,7	12,0	-2,88	-9,7	14,5
Канадский (северная часть)	0,46	5,6	8,1	-5,27	-23,9	30,9
70-85° с.ш.	-0,89	-6,3	19,9	-1,30	-3,4	11,8
Атлантический	-0,29	-0,8	2,8	-2,89	-3,0	10,8
Североевропейский	1,40	5,3	13,3	0,54	0,8	02,1
Западносибирский	-1,50	-6,1	15,4	4,59	7,0	16,3
Восточносибирский	-0,89	-4,6	11,7	-0,15	-0,3	0,8
Чукотский	-2,41	-12,9	22,8	-2,52	-5,1	10,1
Аляскинский	-1,10	-5,0	6,9	1,32	2,3	3,8
Канадский	2,11	14,4	36,3	-2,54	-6,5	17,6
60-85° с.ш.	-0,34	-1,5	8,0	-0,05	-0,1	0,4

Примечание: Первый столбец – значение линейного тренда в мм/10 лет;
Второй столбец – изменение сумм осадков в % от среднесезонного значения за 1961-90 гг.;
Третий столбец – вклад тренда в полную дисперсию D%;
Жирным шрифтом выделены статистически значимые на 5% уровне тренды

На рис. 1.18 временные ряды сумм осадков теплого сезона для районов арктических морей и территорий севернее 70° с.ш.

Главной особенностью в межгодовых изменениях осадков теплого сезона за период 1936-2015 гг. является тенденция уменьшения жидких осадков в целом по региону (на 1,5 % от нормы 1961-1990 гг.) и к северу от 70°с.ш. (на 6,3 % от нормы). Статистически значимый (на 5-% уровне значимости) тренд осадков теплого сезона обнаруживается только в Канадском районе (24,8 мм за 80 лет).

В арктических морях в теплом сезоне за весь период преимущественно преобладает тенденция уменьшения осадков. Более всего уменьшилось количество осадков в морях евразийского сектора. Уменьшение сумм осадков составило здесь от 4 до 33% от нормы.

В последнем 30-летнем периоде в отдельных широтных зонах сохраняются те же тенденции, что и за весь период. В целом же по региону тенденция изменения осадков теплого периода близка к нулю.

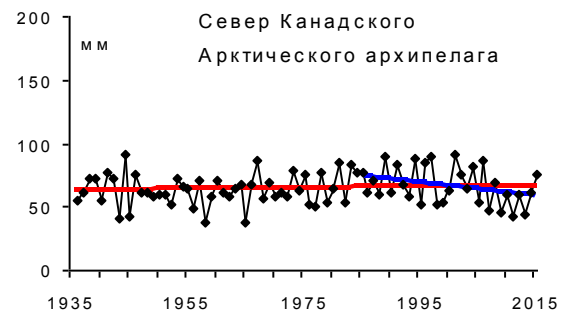
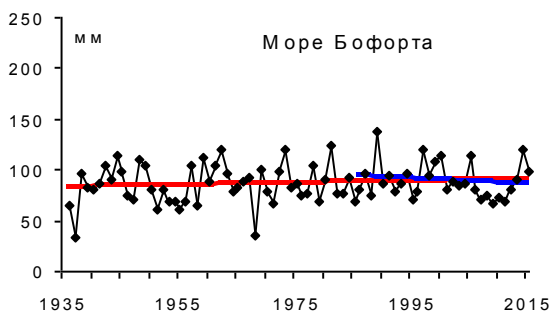
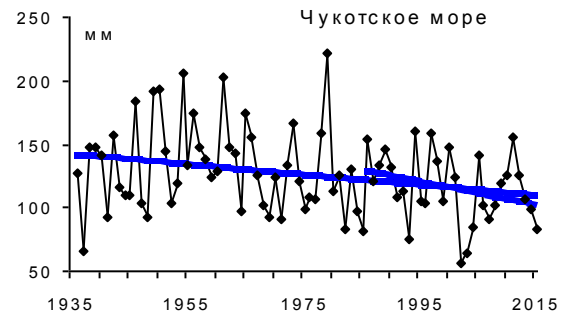
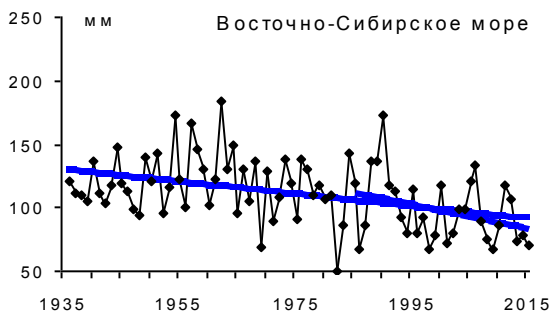
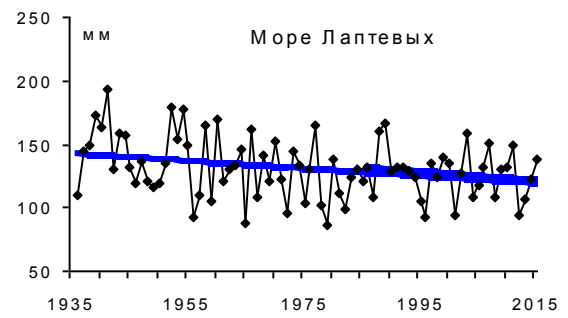
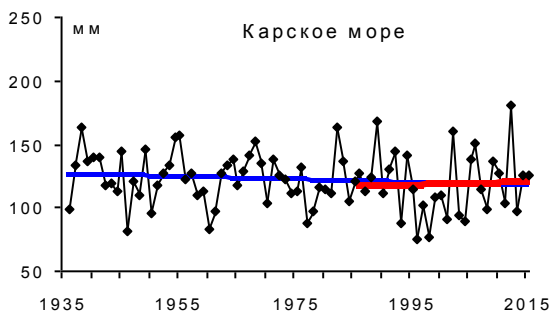
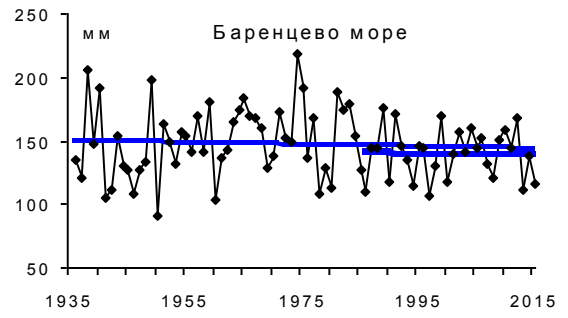


Рисунок 1.18. Временные ряды сумм осадков теплого сезона над акваториями морей и Канадским архипелагом, мм

2. Ледовые условия и процессы в Северном Ледовитом океане и его морях в июле-сентябре 2015 года

Оценки особенностей развития ледовых условий в июле-сентябре 2015 г. получены по данным государственной наблюдательской сети, центров приема спутниковой информации Росгидромета, данным экспедиционных исследований, проводимых в ФГБУ «ААНИИ», и ряде международных проектов.

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

Для иллюстрации ледовых условий в годовом цикле представлены совмещенные региональные карты ААНИИ, Канадской ледовой службы – КЛС и Национального ледового центра США - НЛЦ. Совмещение карт выполнено путем перекрытия слоев (ААНИИ, верхний слой) – (КЛС, средний слой) – (НЛЦ, нижний слой). Как результат, карты ААНИИ характеризуют ледовые условия морей Гренландского ... Чукотского, Берингова, Охотского и Балтийского, КЛС - морей Бофорта, Канадского архипелага, Баффина, Девисова пролива, Лабрадор, Св. Лаврентия, а НЛЦ - Арктического Бассейна, Линкольна, южной части Гренландского моря (при этом полный охват карт НЛЦ – вся акватория СЛО и субполярные моря). Для построения совмещенных карт использовался архив данных в формате СИГРИДЗ Мирового центра данных по морскому льду (МЦД МЛ). В пределах отдельного месяца выборка карт из архива проводилась по критериям близости к середине месяца и интервала времени между картами ААНИИ и КЛС-НЛЦ в 1 сутки (день недели выпуска карт ААНИИ – каждая среда, КЛС – каждый вторник, НЛЦ – 1 раз в 2 недели по вторникам). Для цветовой окраски карт в зимний (по возрасту) и летний (по общей сплоченности) периоды использован стандарт ВМО (WMO/Td. 1215). Следует также отметить, что в зонах стыковки карт ААНИИ и КЛС, НЛЦ наблюдается определенная несогласованность границ и характеристик ледовых зон вследствие ряда различий в ледовых информационных системах ААНИИ и КЛС, НЛЦ (КЛС и НЛЦ имеют единую информационную систему в рамках Североамериканкой ледовой службы). Однако, данная несогласованность несущественна для целей интерпретации ледовых условий в рамках настоящего обзора. Исходная информация в формате ВМО СИГРИЗ доступна на сервере МЦД МЛ по адресам <http://wdc.aari.ru/datasets/d0004> (карты ААНИИ), <http://wdc.aari.ru/datasets/d0031> (карты КЛС), <http://wdc.aari.ru/datasets/d0032> (карты НЛЦ).

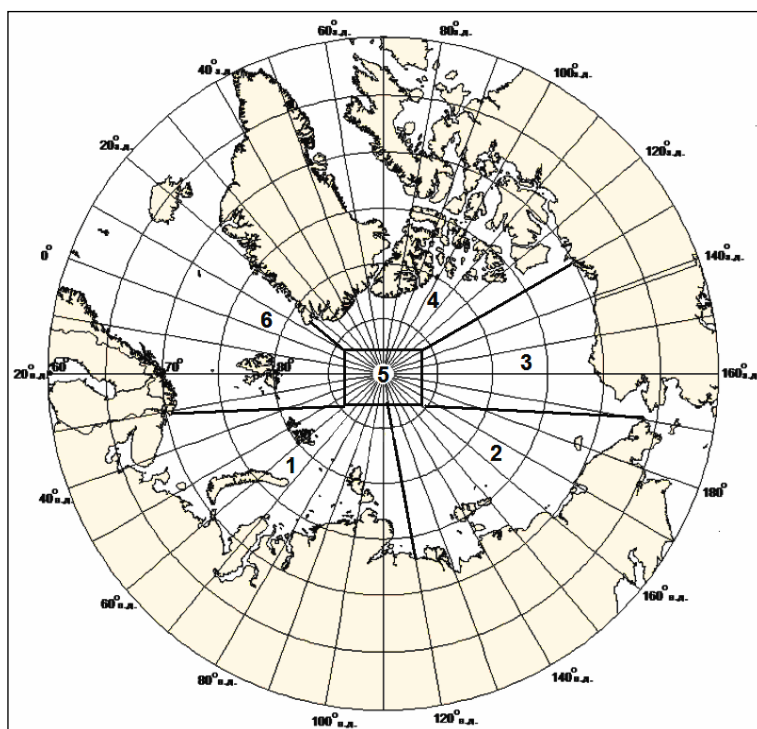
Для получения оценок ледовитости на основе данных спутниковых систем пассивного микроволнового зондирования SSMR-SSM/I-SSMIS в МЦД МЛ ААНИИ принята следующая технология расчетов:

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

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

Оценка квантилей распределения общей сплоченности 5% и 50% (медиана) выполнена на основе совмещенного месячного массива ледовых карт проекта ВМО "Глобальный Банк Цифровых Данных по Морскому Льду" за 1945-2004 гг. (включает данные ААНИИ за 1945-1992 гг., Балтийских ледовых служб за 1960-1979 гг., Национального ледового центра США за 1972-2004 гг., Канадской ледовой службы за 1968-1998 гг. и Японского метеорологического агентства за 1970-2006 гг.). Расчет среднемесячных значений общей сплоченности для 2015 г. выполнен на основе массива ежедневных распределений оценки общей сплоченности по алгоритму NASATEAM из архива Национального центра данных США по снегу и льду (<http://nsidc.org>).

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



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

Рисунок 2.1. Квазиоднородные районы, выделенные в Северном Ледовитом океане

К началу летнего периода в Северном Ледовитом океане и его окраинных морях сложились следующие гидрометеорологические и ледовые условия: наблюдались положительные аномалии температуры воздуха в Арктике, сохранялось преобладание однолетних льдов в западном и восточном районах российского сектора Арктики, значительного количества двухлетних льдов наблюдались в северной части Восточно-Сибирского моря, произошло смещение основного массива старых льдов в канадский сектор и аляскинский сектор Арктики.

В структурном составе льдов всего бассейна Северного Ледовитого океане преобладали однолетние льды, которые составляли около 65-70% от общего количества льда. Около 30-35% от общего количества льда составляли старые льды.

Однолетние льды занимали западный и восточный районы российского сектора Арктики (районы 1, 2) и прибрежную часть аляскинского сектора Арктики (район 3). Старые льды наблюдались преимущественно в канадском и аляскинском секторах Арктики (районы 4 и 6), в части приполюсного района (район 5) и в северной части Восточно-Сибирского моря.

В июне началось чрезвычайно быстрое очищение окраинных морей российского сектора Арктики – Баренцева, Карского и Чукотского. В этих морях сформировались крупные положительные аномалии ледовитости. В Карском море аномалия ледовитости в третьей декаде июня составила -30%, в Чукотском море -20%. Очищение морей в первую

очередь было связано с интенсивным дрейфом выносного характера из этих морей, адвекции тепла в эти районы, постоянного наличия запримайных полыней и последующего развития тепловых процессов таяния и разрушения льда.

В морях восточного района российского сектора Арктики и в море Бофорта аномалии ледовитости, были близки к норме.

На таком благоприятном фоне, который сформировался в начале летнего периода и особенно хорошо проявился в окраинных морях российского сектора Арктики, продолжили развиваться летние процессы (рис.2.2).

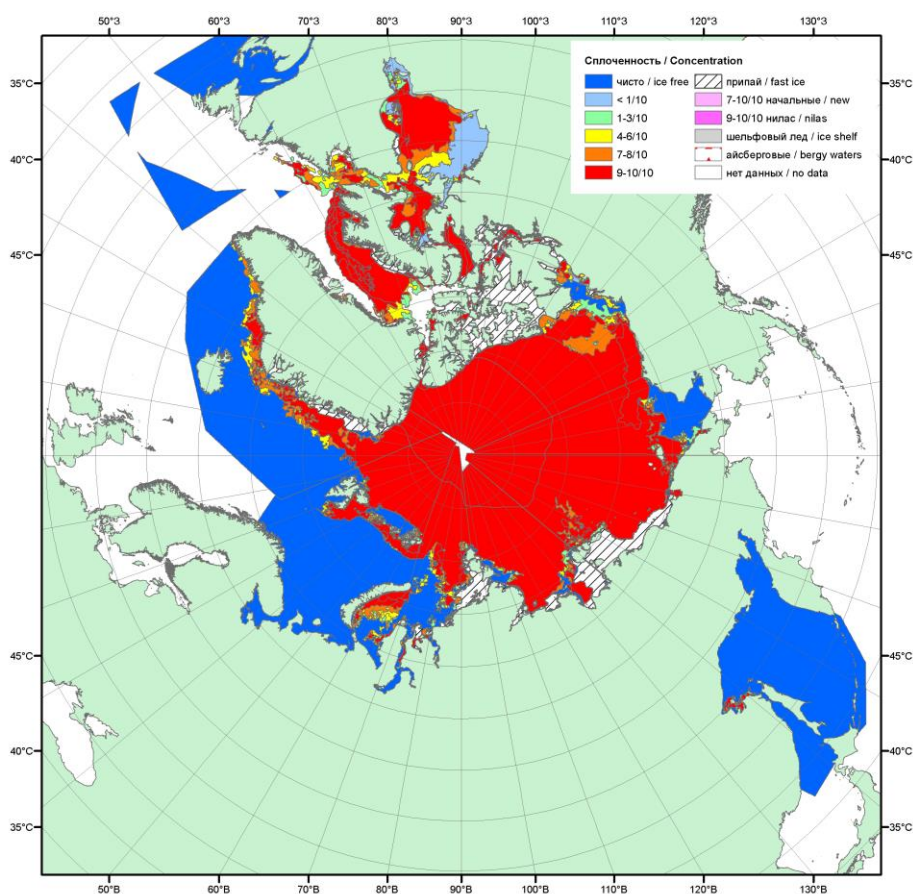


Рисунок 2.2. Распределение льда по сплоченности в конце июня 2015 г.

Распределение ледяного покрова по сплоченности и по возрастным градам на каждый месяц и поля среднемесячного дрейфа за период июль-сентябрь 2015 г. приведены на рисунках 2.3–2.11.

В июле продолжалось интенсивное очищение западных Арктики (Баренцева, юго-западной части Карского и Лаптевых) и Чукотского морей. К концу июля значительная часть акватории этих морей очистилась от дрейфующих льдов, аномалии ледовитости составили -40...-55%. Большое количество льда сохранялось в северо-восточной части Карского, Восточно-Сибирском морях и море Бофорта. Развитие ледовых условий в этих районах наблюдалась близко к среднемноголетнему значению (рис. 2.3).

Дрейф ледяного покрова приведен на рис. 2.4. В поле дрейфа льда наблюдалось хорошо выраженное развитие всех основных структур дрейфа – Трансарктического переноса льда и Канадского антициклонического круговорота.

Стрежень Трансарктического переноса льда располагался на линии северная часть Восточно-Сибирского моря – северное побережье Гренландии. Наблюдался интенсивный вынос льда из морей Лаптевых и Восточно-Сибирского.

Центр Канадского антициклонического круговорота был смещен к полюсу и располагался на 82 параллели, в северной части моря Бофорта. Его развитие обусловило поступление старых льдов в море Бофорта, интенсивный прибрежный перенос старых льдов вдоль побережья Аляски и поступление этих льдов в северные части морей Чукотского и Восточно-Сибирского.

Общая ледовитость Северного Ледовитого океана в июле была меньше нормы (рис. 2.13, а). Основной вклад в формирование отрицательной аномалии ледовитости и поля сплоченности льда, вносили окраинные западные моря и море Лаптевых (зоны выделенные синим цветом). Положительные аномалии сплоченности льда наблюдались в северной части Восточно-Сибирского моря, а также в приполюсном районе и районе Гренландии, куда был направлен основной вынос льдов (рис. 2.5 б, зоны, выделенные зеленым и красным цветами).

Припай в российских арктических морях в первой половине июля полностью разрушился, что произошло в среднем на 5-10 суток раньше среднемноголетних сроков.

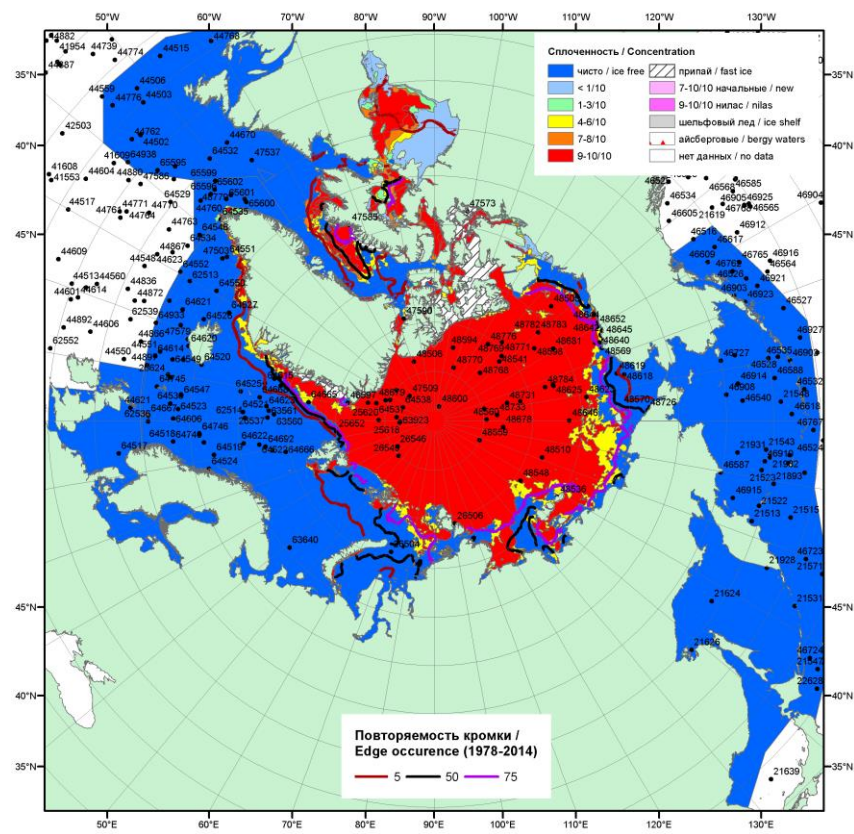
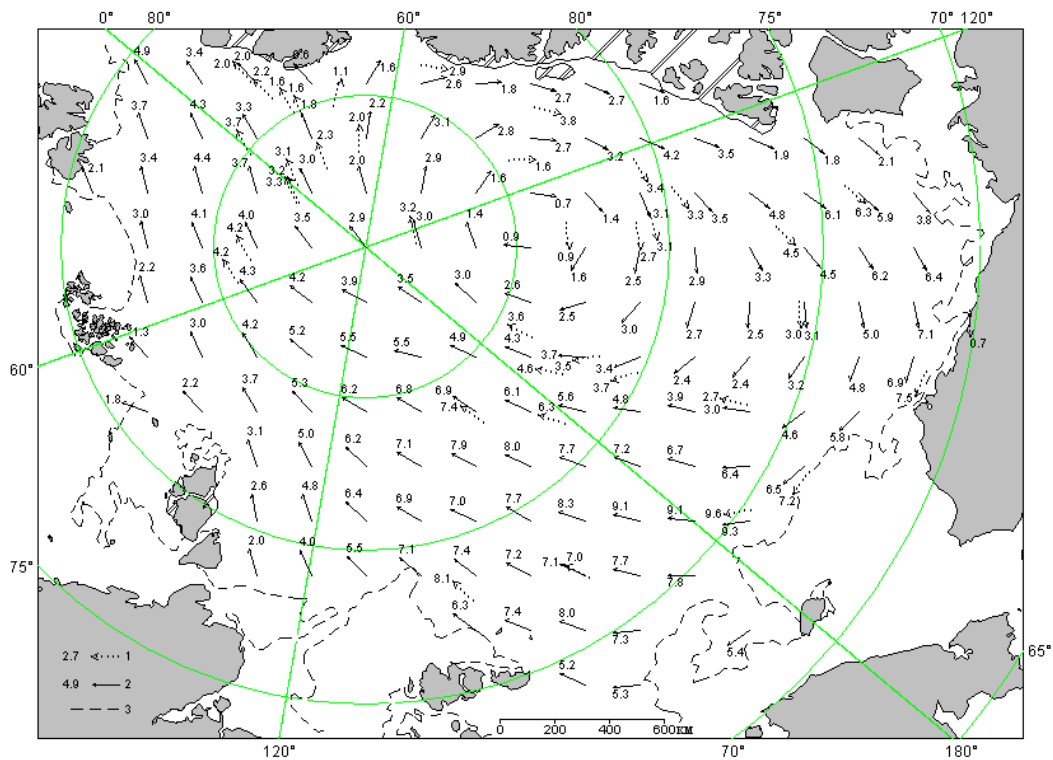


Рисунок 2.3. Обзорная ледовая карта за 13–21.07.2015 г. на основе ледового анализа ААНИИ, Канадской ледовой службы и Национального ледового центра США



1 – направление (стрелка) и скорость (2.5 км/сут) дрейфа автоматического буя; 2 – те же характеристики дрейфа льда, рассчитанные в узле сетки; 3 – кромка дрейфующего льда

Рисунок 2.4. Поле скорости результирующего дрейфа льда за июль 2015 г.

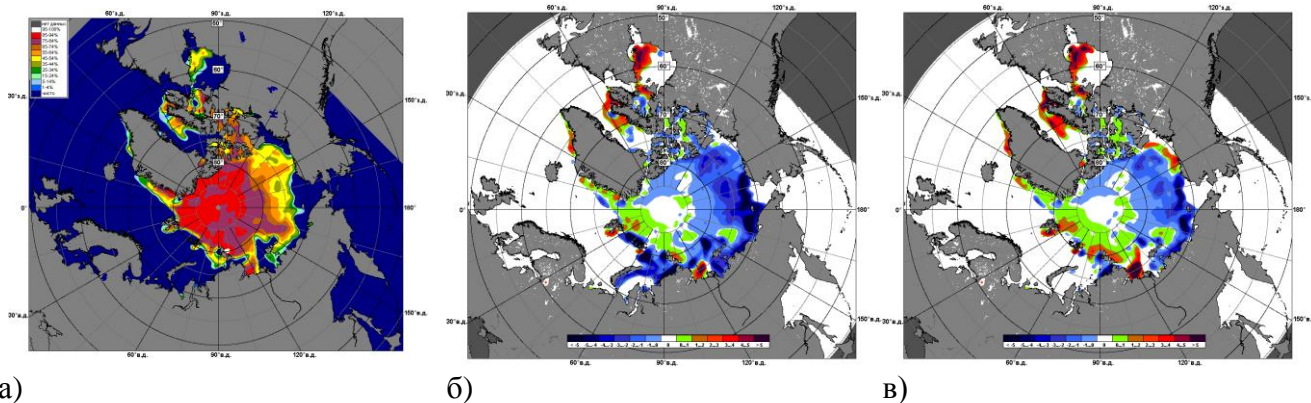


Рисунок 2.5. Медианное распределение сплоченности льда в июле 2015 г. (а) и её разности относительно медианного распределения за тот же месяц за периоды 1979-2015 (б) и 2002-2015 гг. (в) на основе расчетов по данным SSMR-SSM/I, алгоритм NASATEAM

В течение августа продолжалось сокращение ледяного покрова в Северном Ледовитом океане. Уменьшение ледовитости происходило в основном за счет разрушения льда во всех морях российского сектора Арктики. Вместе с тем очень быстро очистилось также вся прибрежная часть моря Бофорта. Большая часть всех окраинных арктических морей российского сектора Арктики и прибрежная часть моря Бофорта очистилась ото льда. Сформировалась крупная отрицательная аномалия ледовитости, составляющая -40-60%.

Граница отступления дрейфующих льдов на север в море Лаптевых в августе 2015 г. превзошла, наблюдавшиеся исторические минимумы развития ледяного покрова в 2012 и 2014 гг. Сохранялось большое количество двухлетних льдов в северной части Восточно-Сибирского морях (рис. 2.6).

В августе, в поле дрейфа льда произошли существенные изменения. При сохранении основных структур дрейфа наблюдалось изменение их положения и интенсивности. Стрежень Трансарктического переноса льда сместился на линию северная часть моря Лаптевых-северное побережье Гренландии, обусловило экстремальный отход границы дрейфующих льдов к северу в море Лаптевых. Канадский антициклонический круговорот также сместился в море Бофорта, существенно уменьшился в размерах и поддерживал поступление льдов в морях Бофорта, Восточно-Сибирском и Чукотском (рис. 2.7).

В результате смещения массива арктических льдов к побережью Гренландии и островам Канадского арктического архипелага, принося льда в моря Бофорта и Восточно-Сибирское, в этих районах сформировались положительные аномалии сплоченности льда (рис. 2.8., зоны зеленого и красного цветов). В результате интенсивного таяния и разрушения льда в морях Гренландском, Баренцевом, Карском и Лаптевых в поле

сплоченности льда сформировались отрицательные аномалии (рис. 2.8, зоны синего цвета).

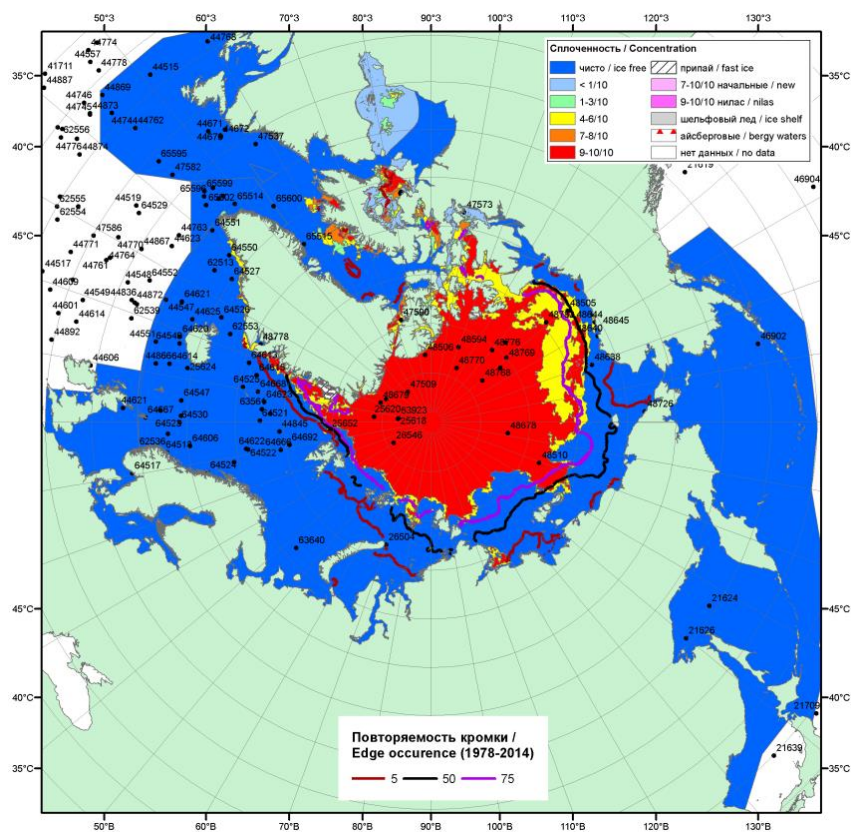
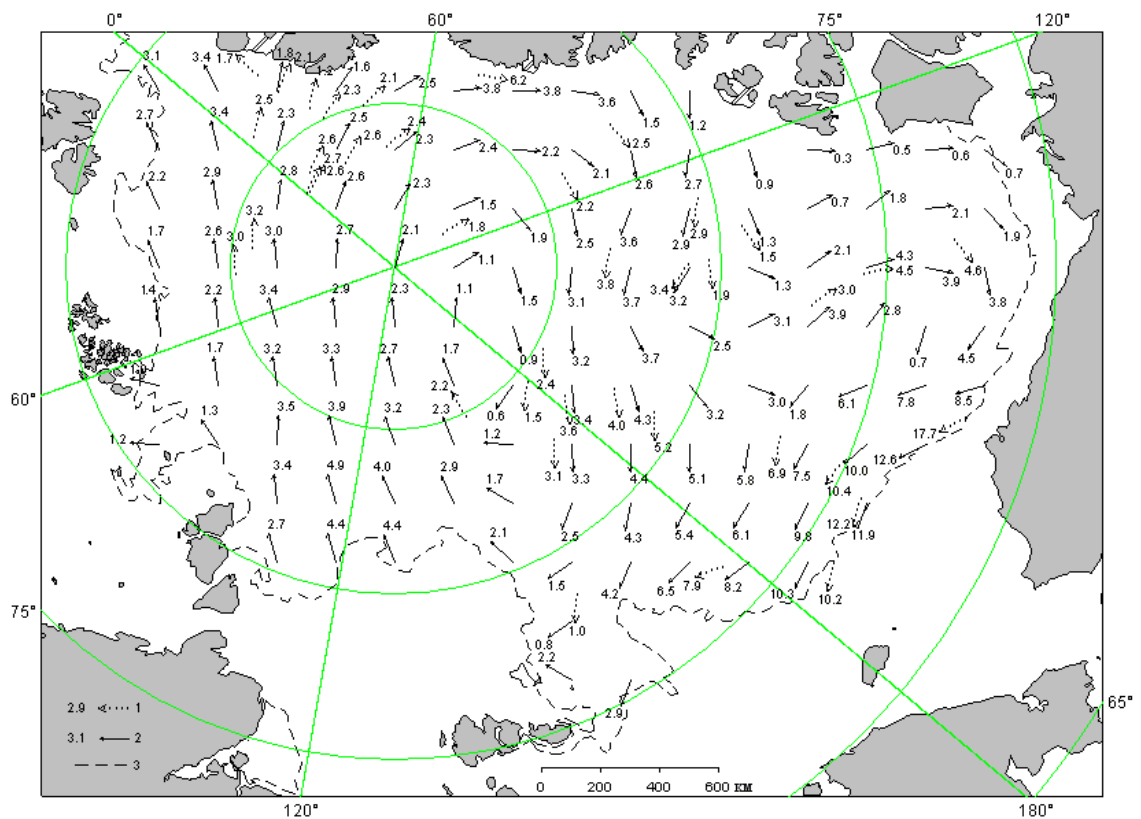


Рисунок 2.6. Обзорная ледовая карта за 17-25.08.2015 г. на основе ледового анализа ААНИИ, Канадской ледовой службы и Национального ледового центра США



1 – направление (стрелка) и скорость (3.9 км/сут) дрейфа автоматического буя; 2 – те же характеристики дрейфа льда, рассчитанные в узле сетки; 3 – кромка дрейфующего льда

Рисунок 2.7. Поле скорости результирующего дрейфа льда за август 2015 г.

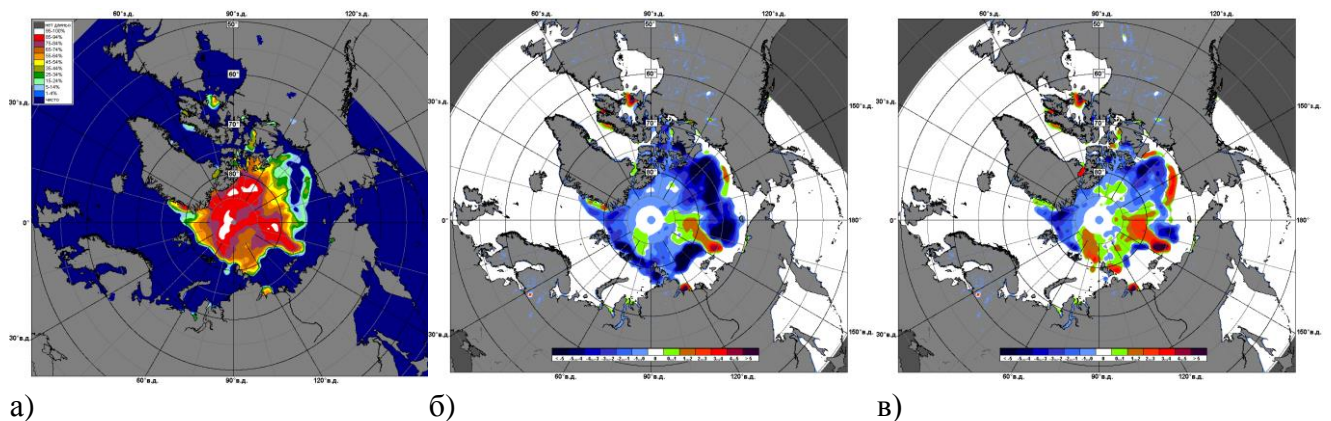


Рисунок 2.8. Медианное распределение сплоченности льда в августе 2015 г. (а) и её разности относительно медианного распределения за тот же месяц за периоды 1979-2015 (б) и 2002-2015 гг. (в) на основе расчетов по данным SSMR-SSM/I, алгоритм NASATEAM

В течение первой половины сентября продолжалось сокращение площади ледяного покрова в СЛО. Уменьшение ледовитости отмечалось в окраинных морях, в которых сохранились остаточные льды – северо-восток Карского, Восточно-Сибирское, Бофорта.

В середине сентября в прикромочной зоне к северу от широты 82 °с.ш. началось ледообразование, что в среднем на 10-15 суток позже среднемноголетних сроков. В конце сентября волна ледообразования подошла к северным границам арктических морей.

Ледообразование также начало отмечаться в зонах остаточных льдов в морях Лаптевых, Восточно-Сибирском и прибрежной части моря Бофорта.

Основная масса льдов, сохранившихся после периода летнего таяния в Северном Ледовитом океане, была смещена в приполюсный район, гренландский и канадский сектора Арктики. Небольшое количество остаточных льдов наблюдались в западных частях морей Лаптевых и Восточно-Сибирском. (рис. 2.9).

Дрейф ледяного покрова приведен на рисунке 2.10. В сентябре, в поле дрейфа льда существенных изменений не наблюдалось. Трансарктического перенос льда сохранил свое положение и поддерживал вынос льдов из моря Лаптевых. Канадский антициклонический круговорот также был развит крайне слабо.

В сентябре сохранились значительные отрицательные аномалии сплоченности льда у северных границ всех арктических морей (рис. 2.11, зоны темно-синего цвета). Положительные аномалии сплоченности сохранялись в приполюсном районе и гренландском секторе Арктики (рис. 2.11 б, зоны зеленого и красного цветов).

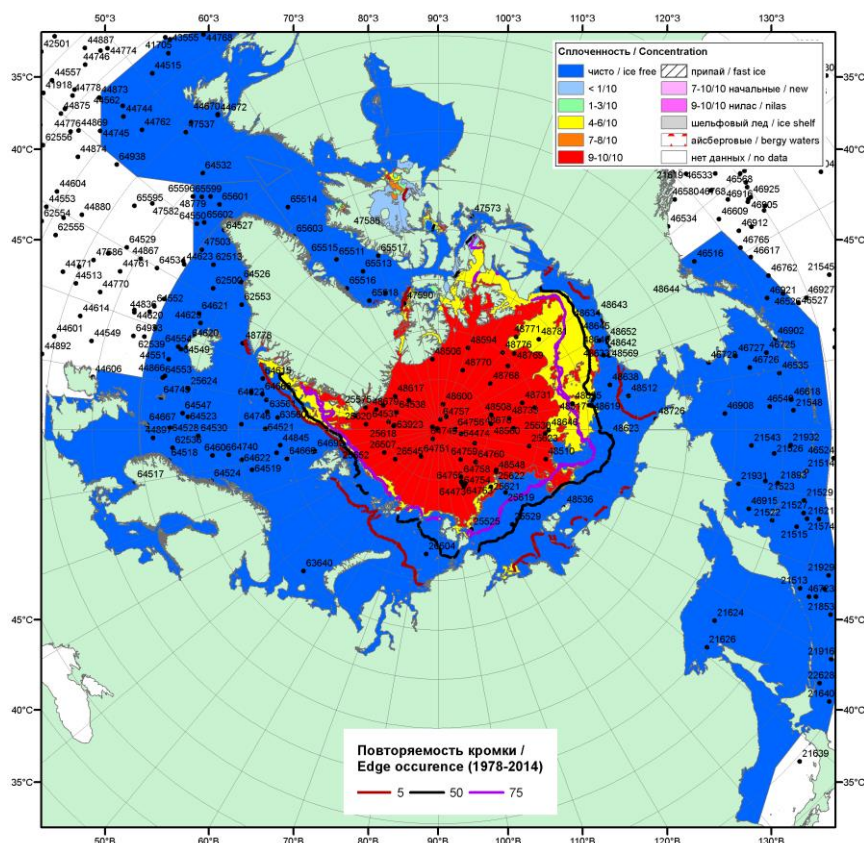
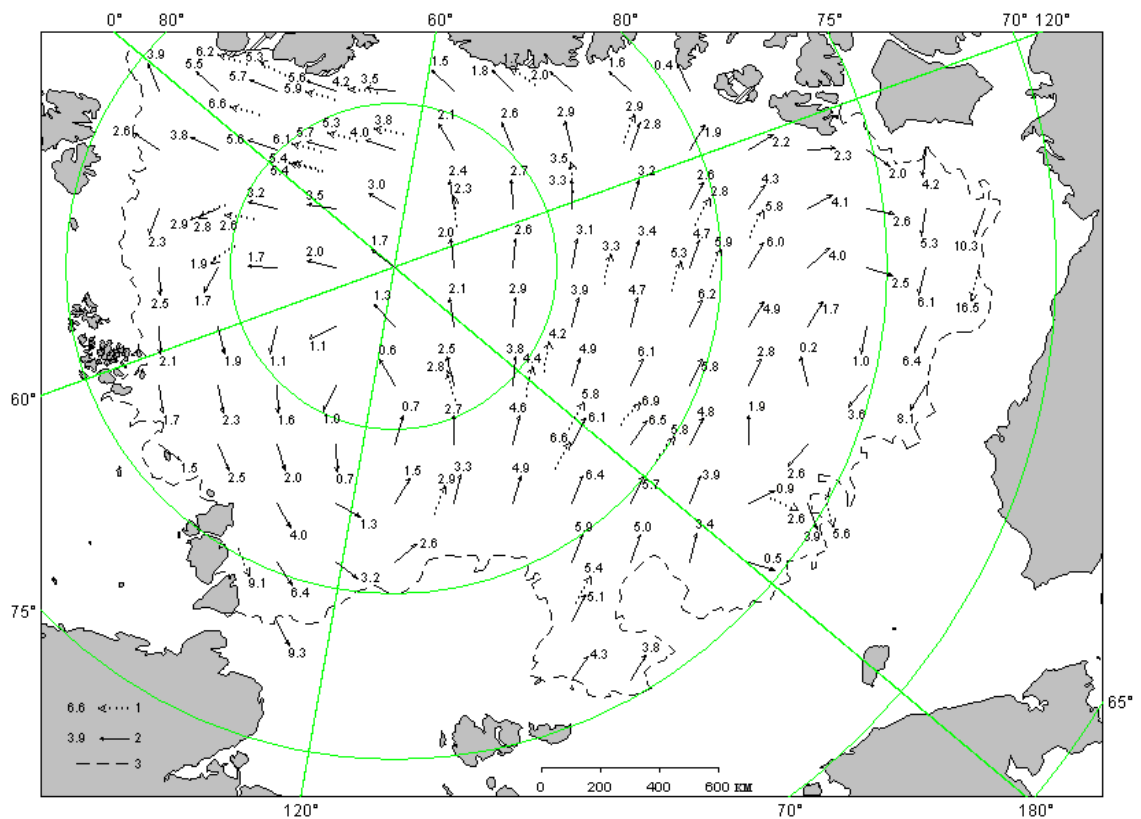


Рисунок 2.9. Обзорная ледовая карта за 14-22.09.2015 г. на основе ледового анализа ААНИИ, Канадской ледовой службы и Национального ледового центра США



1 – направление (стрелка) и скорость (1.9 км/сут) дрейфа автоматического буя; 2 – те же характеристики дрейфа льда, рассчитанные в узле сетки; 3 – кромка дрейфующего льда

Рисунок 2.10. Поле скорости результирующего дрейфа льда за сентябрь 2015 г.

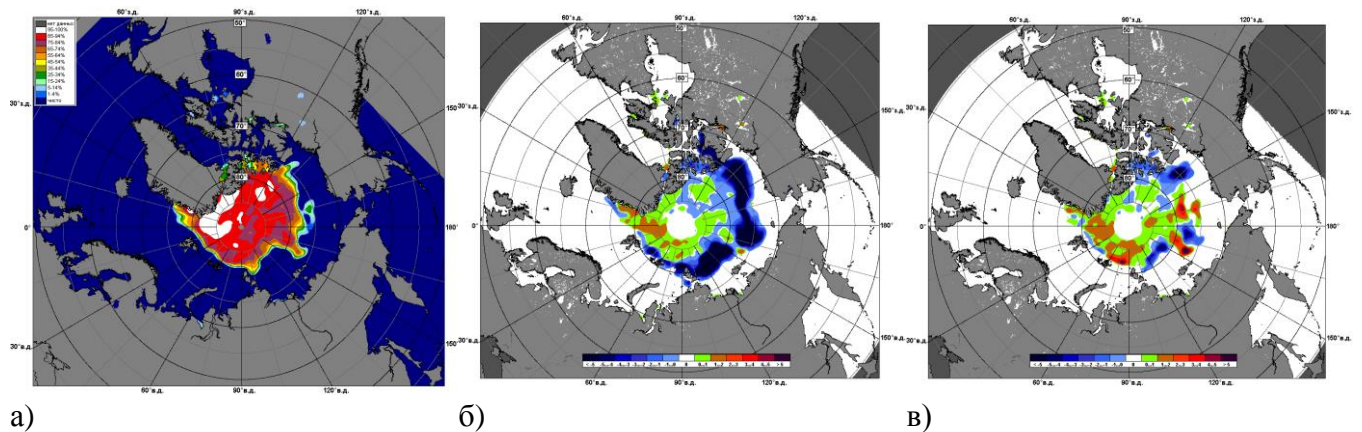


Рисунок 2.11. Медианное распределение сплоченности льда в сентябре 2015 г. (а) и её разности относительно медианного распределения за тот же месяц за периоды 1979-2015 (б) и 2002-2015 гг. (в) на основе расчетов по данным SSMR-SSM/I, алгоритм NASATEAM

NASATEAM

По оценкам, выполненным в лаборатории режимных пособий ААНИИ, под руководством В.М. Смоляницкого, общая площадь дрейфующих льдов в СЛО в середине сентября 2015 г. составила 4,5 млн. км² при норме 6,3 млн. км², что на 28,5% меньше среднееголетних значений. Значения общей ледовитости в СЛО и во всех его секторах оказались меньше средних значений ледовитости за весь ряд наблюдений (с 1978-2015

гг.), а также меньше чем за последнее десятилетие (с 2004-2014 гг.), однако существенно (на 0,5-1,0 млн. км²) превышала ледовитость, наблюдавшуюся аномально легком 2012 г.

Данные по ледовитости Северного Ледовитого океана и его секторов на сентябрь, а также сравнение с ледовитостями ряда лет, начиная с 2009 г., приведены в таблице 3.1.

На рисунке 2.13 приведены ежедневные оценки сезонного хода ледовитости для Северной полярной области и ее отдельных секторов за период с 26.10.1978 по 21.09.2014 по годам на основе расчетов по данным SSMR-SSM/I-SSMIS, алгоритм NASATEAM. Ход общей ледовитости показывает, что практически весь зимний, весенний и летний периоды количество льда в целом по СЛО было меньше среднемноголетнего значения (нормы за 1978-2014 гг.), но не опускалась ниже крайнего экстремального значения. Оторое наблюдалось в 2012 г.

Таблица 3.1

Значения ледовитости за 14 – 20 сентября 2015 г. и её аномалии от значений периодов 2004-2015 гг. и 1978-2015 гг. по данным наблюдений SSMR-SSM/I-SSMIS

Месяц	S, тыс. км ²	Аномалии, тыс км ² /%						
		2010 г	2011 г	2012 г	2013 г	2014 г.	2004-2015гг	1978-2015гг
14-20.09	4513.1	-203.2	-38.5	1080.3	-564.3	-537.0	-282.7	-1659.8
		-4.3	-0.8	31.5	-11.1	-10.6	-5.9	-26.9
Сектор 45°W-95°E (Гренландское - Карское моря)								
Месяц	S, тыс. км ²	Аномалии, тыс км ² /%						
		2010 г	2011 г	2012 г	2013 г	2014 г.	2004-2015гг	1978-2015гг
14-20.09	1232.8	-93.0	9.5	225.2	389.8	-155.6	-14.3	-220.2
		-7.0	0.8	22.4	46.2	-11.2	-1.1	-15.2
Сектор 95°E-170°W (моря Лаптевых - Чукотское, Берингово, Охотское)								
Месяц	S, тыс. км ²	Аномалии, тыс км ² /%						
		2010 г	2011 г	2012 г	2013 г	2014 г.	2004-2014гг	1978-2014гг
14-20.09	1173.2	-164.0	-195.5	407.3	-363.9	-64.8	-127.8	-849.0
		-12.3	-14.3	53.2	-23.7	-5.2	-9.8	-42.0
Сектор 170°W-45°W (море Бофорта и Канадская Арктика)								
Месяц	S, тыс. км ²	Аномалии, тыс км ² /%						
		2009 г	2010 г	2011 г	2012 г	2013 г	2004-2014гг	1978-2014гг
14-20.09	2107.1	53.7	147.4	447.8	-590.2	-316.6	-140.7	-590.6
		2.6	7.5	27.0	-21.9	-13.1	-6.3	-21.9

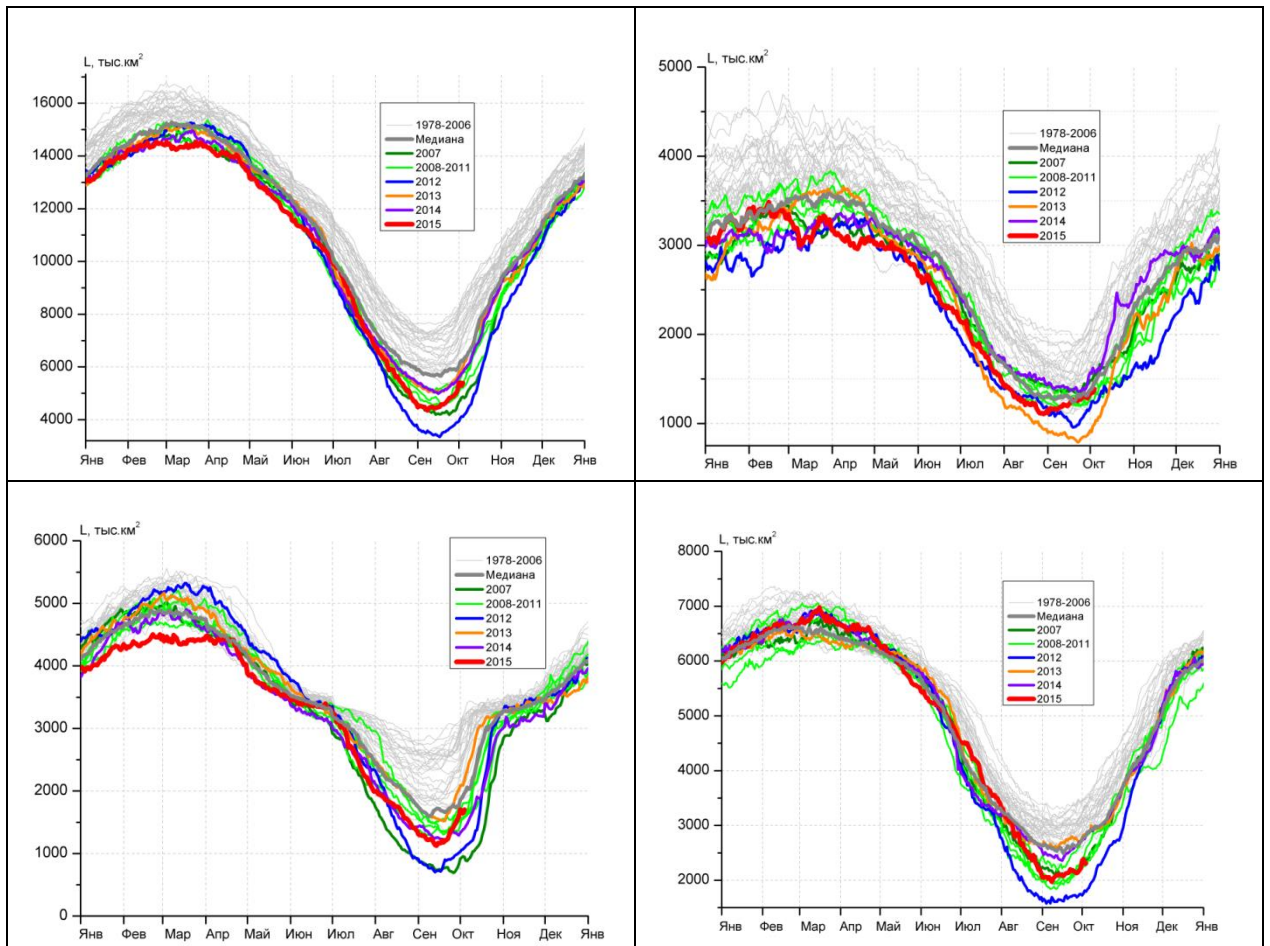


Рисунок 2.13. Ежедневные оценки сезонного хода ледовитости: а) - для Северной полярной области и меридиональных секторов б) - 45°W-95°E (Гренландское – Карское моря), в) - 95°E-170°W (моря Лаптевых – Чукотское и Берингово, Охотское) и г) - 170°W-45°W (море Бофорта и Канадская Арктика) за период с 26.10.1978 по 30.09.2015 гг. по годам на основе расчетов по данным SSMR-SSM/I-SSMIS, алгоритм NASATEAM.

3. Гидрологические и гидрохимические условия в Северном ледовитом океане в июле-сентябре 2015 г.

3.1 Термохалинные условия арктических морей

Анализ термохалинного состояния вод Северного Ледовитого океана (СЛО) в третьем квартале 2015 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, а также данных дрейфующей станции «Северный Полюс – 2015» и экспедиции АВЛАП/NAVOS–2015 на НЭС «Академик Трешников» (табл. 3.1, рис. 3.1).

Таблица 3.1

Сведения о наблюдениях за температурой и соленостью, выполненных на акватории СЛО в третьем квартале 2015 г. и загруженных в БДТХ отдела океанологии АНИИ

№ п/п	Экспедиция	Дата первой и последней станций		Число станций
1	ИТР–81	01.07.2015	18.07.2015	38
2	ИТР–82	01.07.2015	16.09.2015	155
3	ИТР–83	01.07.2015	16.09.2015	309
4	ИТР–85	01.07.2015	02.09.2015	128
5	ИТР–86	01.07.2015	01.08.2015	64
6	ИТР–87	01.07.2015	18.07.2015	34
7	ИТР–91	05.09.2015	16.09.2015	22
8	ИТР–92	13.09.2015	17.09.2015	37
9	СП–2015	01.07.2015	06.08.2015	33
10	АВЛАП/NAVOS–2015 на НЭС «Академик Трешников»	28.08.2015	26.09.2015	94

Особенности вертикальной термохалинной структуры СЛО.

Для изучения особенностей термохалинной структуры СЛО в третьем квартале 2015 г. был осуществлен анализ вертикального распределения значений температуры и солености в предварительно выделенных группах океанографических станций. В качестве таковых использовались данные ИТР–85 в Канадской глубоководной котловине и дрейфующей станции «Северный полюс – 2015» в глубоководной котловине Амундсена (рисунок 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 (рисунок 3.1, белый контур) была на 50–100 км шире по сравнению с анализируемой группой станций.

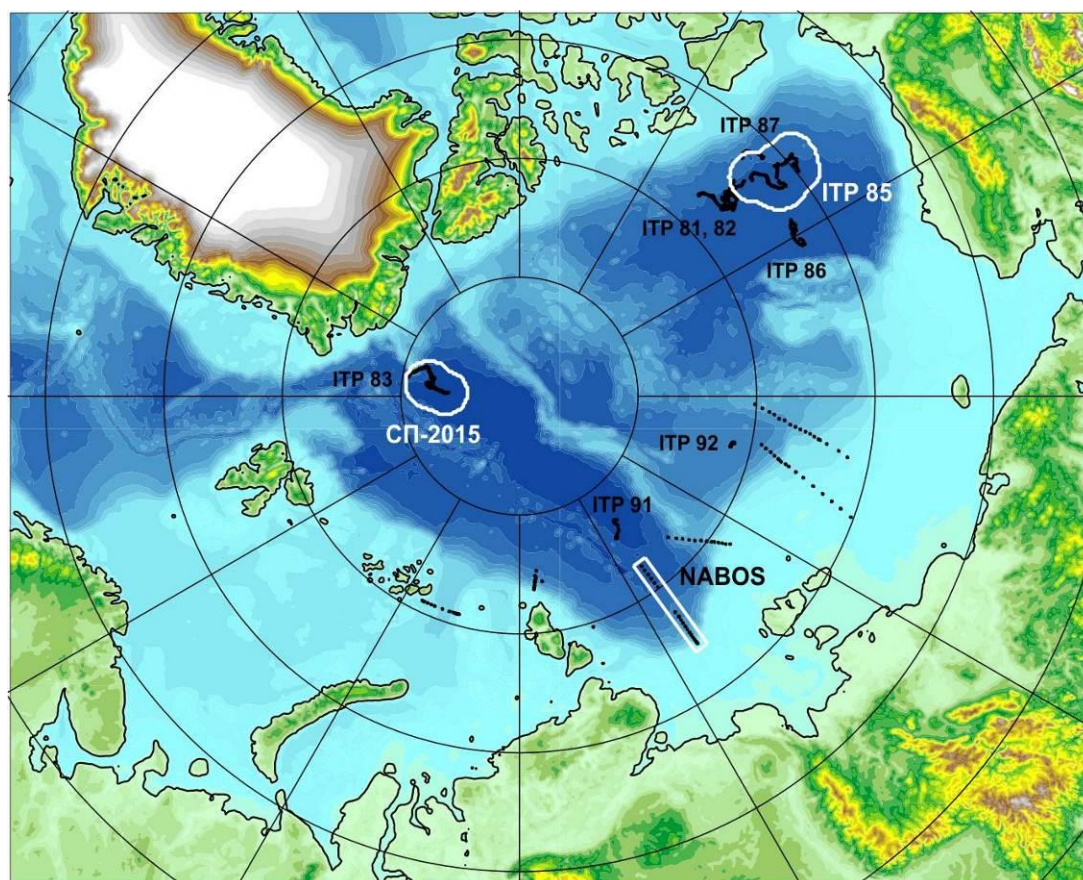
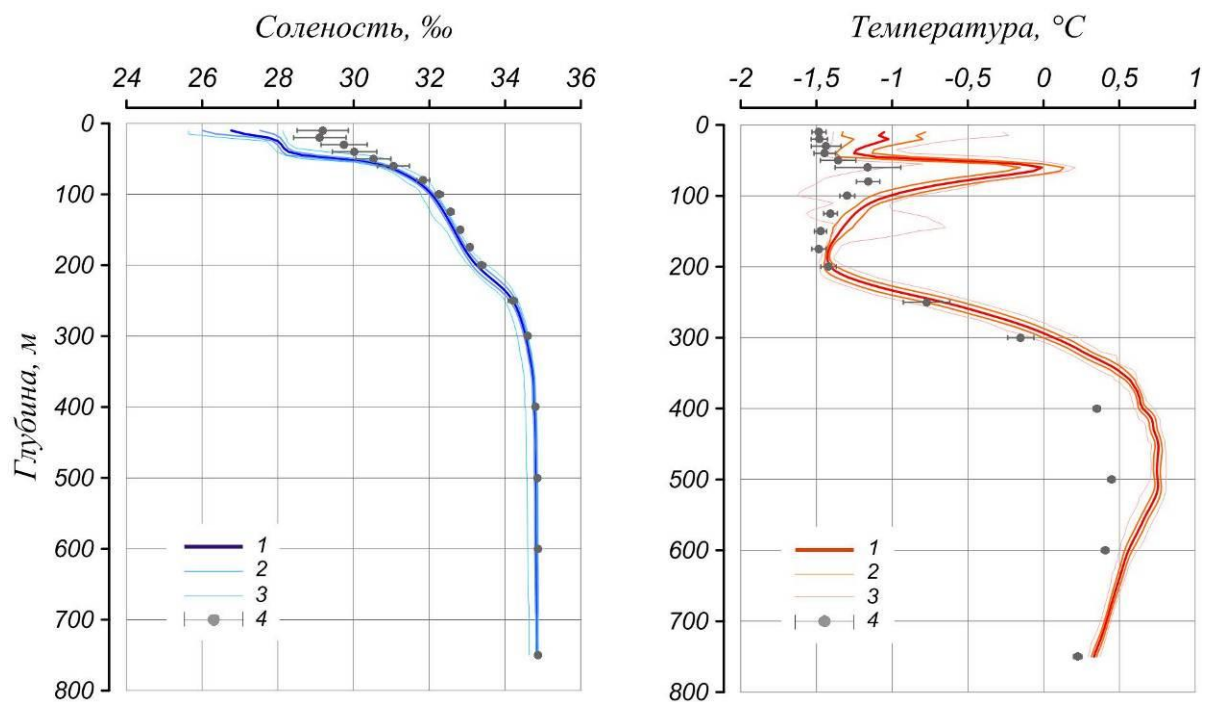


Рисунок 3.1. Положение океанографических станций, выполненных на акватории СЛО в третьем квартале 2015 г. и занесенных в БД термохалинных характеристик отдела океанологии ААНИИ

Амеразийский суббассейн.

В третьем квартале 2015 г. распределение термохалинных характеристик по глубине в южной части Канадской глубоководной котловины по данным ИТР–85 полностью соответствовало тенденциям, наблюдающимся на протяжении последних нескольких лет. Поверхностный слой по-прежнему демонстрирует существенное распреснение (26,8 ‰) в сравнении с климатической нормой (29,1 ‰). Значение отрицательной аномалии поверхностной солености составило $-2,3$ ‰ (рис. 3.2), что в абсолютных значениях на $0,5$ ‰ больше по сравнению с аналогичным периодом 2014 года. Температура верхнего перемешанного слоя составила $-1,1$ °С, превышая климатическое среднее на $0,5$ °С, что связано в первую очередь с более ранним исчезновением ледяного покрова и проникновением солнечной радиации непосредственно в водную толщу.



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.

Рисунок 3.2. Вертикальное распределение солености и температуры воды в Канадской глубоководной котловине в июле–сентябре 2015 г. по результатам измерений профилографа ИТР–85

Под верхним перемешанным слоем глубже 30 м расположен слой летних тихоокеанских вод (ЛТВ), который является характерной особенностью Американо-Азиатского суббассейна СЛО. Для этого слоя характерно наличие промежуточного максимума температуры воды в слое с соленостью от 31 до 33 ‰. Наиболее высокие значения температуры слоя ЛТВ по данным ИТР–85 достигли 0,2 °С, а средние значения варьировались около 0 °С, превышая климатическую норму на 1,2 °С. Так же, как и в предыдущие периоды, отмечалось увеличение глубины залегания нижней границы ЛТВ, которая составила 170 м (120 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 заглупление ядра зимних тихоокеанских вод. По данным ИТР–85 ядро холодных

тихоокеанских вод залегало на глубине 190 м, в то время как по климатическим средним ядро наблюдалось на 160–170 м.

Глубже 200 м в Канадской глубоководной котловине наблюдается постепенное повышение температуры воды, обусловленное теплоотдачей атлантической водной массы (АВ). Верхняя граница слоя данной прослойки (0 °С) по данным третьего квартала 2015 г. располагалась на глубине 300 м. Максимальное значение температуры воды в ядре АВ составило 0,8 °С, что на 0,3 °С выше климатической нормы. Полученные оценки аномалий температуры в 2015 г. практически полностью соответствуют значениям предшествующего 2014 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 третьем квартале 2015 г. по данным дрейфующей станции «Северный полюс–2015» характеризовался гораздо меньшими положительными значениями аномалии солёности по сравнению с предыдущими двумя кварталами 2015 года, что может быть связано с небольшим количеством океанографических станций, участвующих в расчете климатических средних, выполненных в основном в период (с 1990 по 2010 гг.) близкий к анализируемому (рис. 3.3). Значения поверхностной солёности составили 32,5 ‰, превышая климатическое среднее на 0,1 ‰. Поверхностная температура воды (–1,6 °С) была незначительно выше нормы (–1,7 °С).

Средние значения температуры в ядре АВ достигли 1,1 °С, превышая климатическую норму на 0,3 °С.

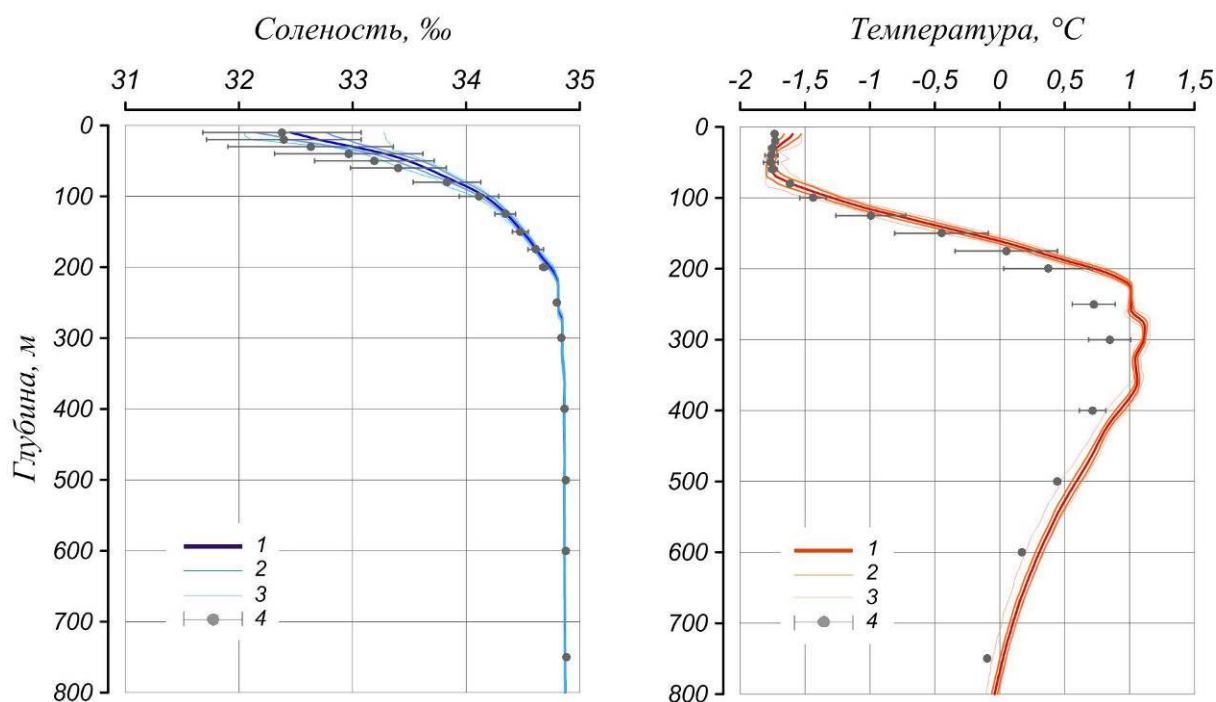


Рисунок 3.3. Вертикальное распределение солёности и температуры воды в котловине Амундсена в июле-августе 2015 г. по результатам измерений дрейфующей станции «Северный полюс – 2015». Условные обозначения см. рис. 3.2.

Результаты исследований, выполненных в ходе экспедиции АВЛАП/NABOS–2015 на НЭС «Академик Трешников».

Одной из основных целей проекта NABOS является исследование процессов распространения и трансформации теплой атлантической водной массы (АВ) вдоль континентального склона арктических морей.

В августе–сентябре 2015 г. с борта НЭС «Академик Трешников» была выполнена серия океанографических станций, в том числе на разрезе, расположенном поперек континентального склона моря Лаптевых вдоль 126° в.д., где исследования проводятся с 2002 года (рис. 3.4). На разрезе, как и в предыдущие годы, наблюдалось несколько ядер АВ на горизонте от 280 до 320 м глубины с максимальной температурой $1,6^\circ\text{C}$. Севернее $78,5^\circ$ с.ш. струйная структура распространения АВ ослабевает, и в слое от 200 до 400 м наблюдались значения температуры воды, превышающие $1,5^\circ\text{C}$. Максимальная температура в слое АВ на разрезе составила $1,7^\circ\text{C}$, что на $0,7^\circ\text{C}$ выше климатической нормы. Такие же значения аномалии температуры наблюдались на данном разрезе и в 2013 году.

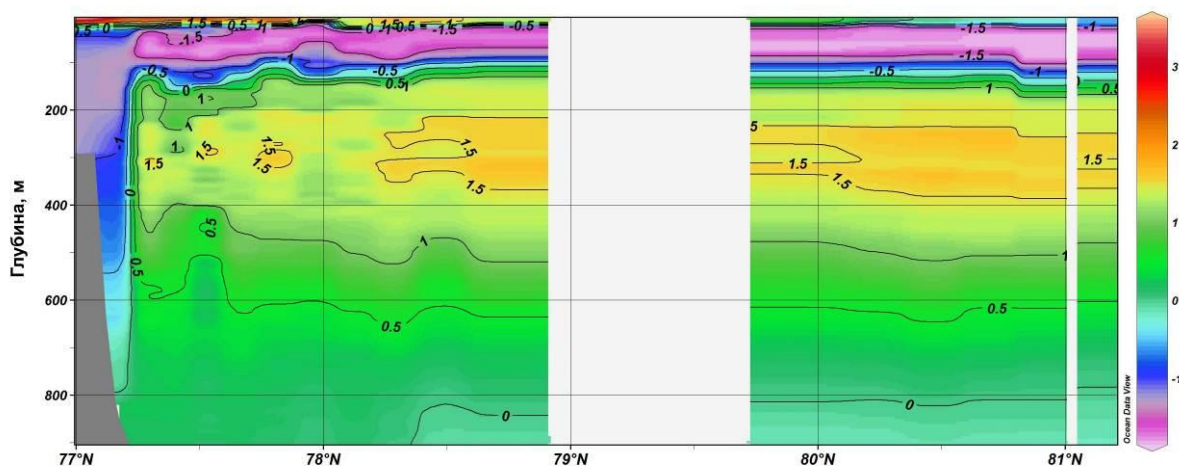


Рисунок 3.4. Распределение температуры воды (°C) на разрезе вдоль 126° в.д., выполненном экспедиций АВЛАП/NAVOS–2015 в сентябре 2015 г.

Основные выводы.

Согласно результатам наблюдений, выполненных в третьем квартале 2015 г., гидрологический режим СЛО продолжает характеризоваться аномальным состоянием по отношению к климатическому среднему. Распределение поверхностной солености характеризуется наличием дипольной структуры, выраженной усилившейся по сравнению с 2014 г. отрицательной аномалией (–2,3 ‰) в Американо-Азиатском суббассейне. Сохраняется положительная аномалия температуры ядра АВ, значение которой варьирует в пределах от +0,3 до +0,7 °C. Также как и АВ, летние тихоокеанские воды характеризуются повышенной температурой, превышающей климатическое значение на 1,2 °C.

3.2. Гидрохимические условия арктических морей

В третьем квартале 2015 г гидрохимические исследования проводились в экспедициях на дрейфующей станции «Северный Полюс – 2015» с 17 апреля по 31 июля 2015 г., и в экспедиции АВЛАП/NAVOS–2015.

В ходе экспедиции на дрейфующей станции СП–2015 было выполнено 18 гидрохимических станций до глубины 300 м. Проводился отбор проб воды и кернов льда на содержание растворенного кислорода, кремния, минерального фосфора, минерального азота (нитратного, нитритного), органического углерода.

В период наблюдений содержание растворенного кислорода изменялось от 6,84 до 9,93 мл/л. Минимальные значения наблюдались на глубинах 200–300м, максимальные – в поверхностном слое. Наибольшая пространственная изменчивость содержания

растворенного кислорода отмечается на глубинах от 40 до 90 метров, в слое верхнего галоклина, а минимальная в слое атлантических вод, на глубинах 200–300 м.

Содержание растворенного кремния изменялось от 0,6 мкг-ат/л на поверхности океана, в пробах, отобранных в разводье, до максимальных значений 9,1–9,4 мкг-ат/л в слое верхнего галоклина на глубинах от 40 до 90 м. Несмотря на низкие значения в пробах, отобранных с поверхности в разводье, в подледном горизонте (2–3 м) содержание кремния не опускалось ниже 3,3 мкг-ат/л.

Содержание минерального фосфора изменялось от нулевых значений на поверхности в разводье и увеличивалось с глубиной до 0,83 мкг-ат/л на горизонтах 230–300 м, в слое атлантической водной массы. Наибольшая изменчивость, как и в случае кремния, отмечена на глубинах 40–90 м, в слое верхнего галоклина (0,3 мкг-ат/л). Вертикальный профиль минерального фосфора характеризуется наличием поверхностного слоя пониженных концентраций (0,26 – 0,50 мкг-ат/л).

Содержание нитратного азота изменялось от нулевых значений в подледном горизонте до 12 мкг-ат/л в атлантических водах (300 м). Наибольшая изменчивость, как и для других характеристик, отмечена на глубинах 40–80 м. Особенности вертикального профиля нитратного азота в целом повторяют аналогичные для фосфора. В поверхностном слое содержание нитратов на большинстве станций выполненных до середины июля не опускается ниже 1,5 мкг-ат/л, однако 16 июля в верхнем 10-метровом слое отмечаются практически нулевые значения, видимо вызванные интенсивным потреблением азота фитопланктоном.

Наибольшая изменчивость гидрохимических характеристик отмечена в слое 40 – 100 м. Наличие прослоек вод с высоким содержанием кремния и локальных максимумов азота и фосфора, может свидетельствовать о наличии здесь водных масс тихоокеанского происхождения. На отдельных станциях, прежде всего в распределении растворенного кремния, может наблюдаться достаточно сложная структура водной толщи (рис.3.5).

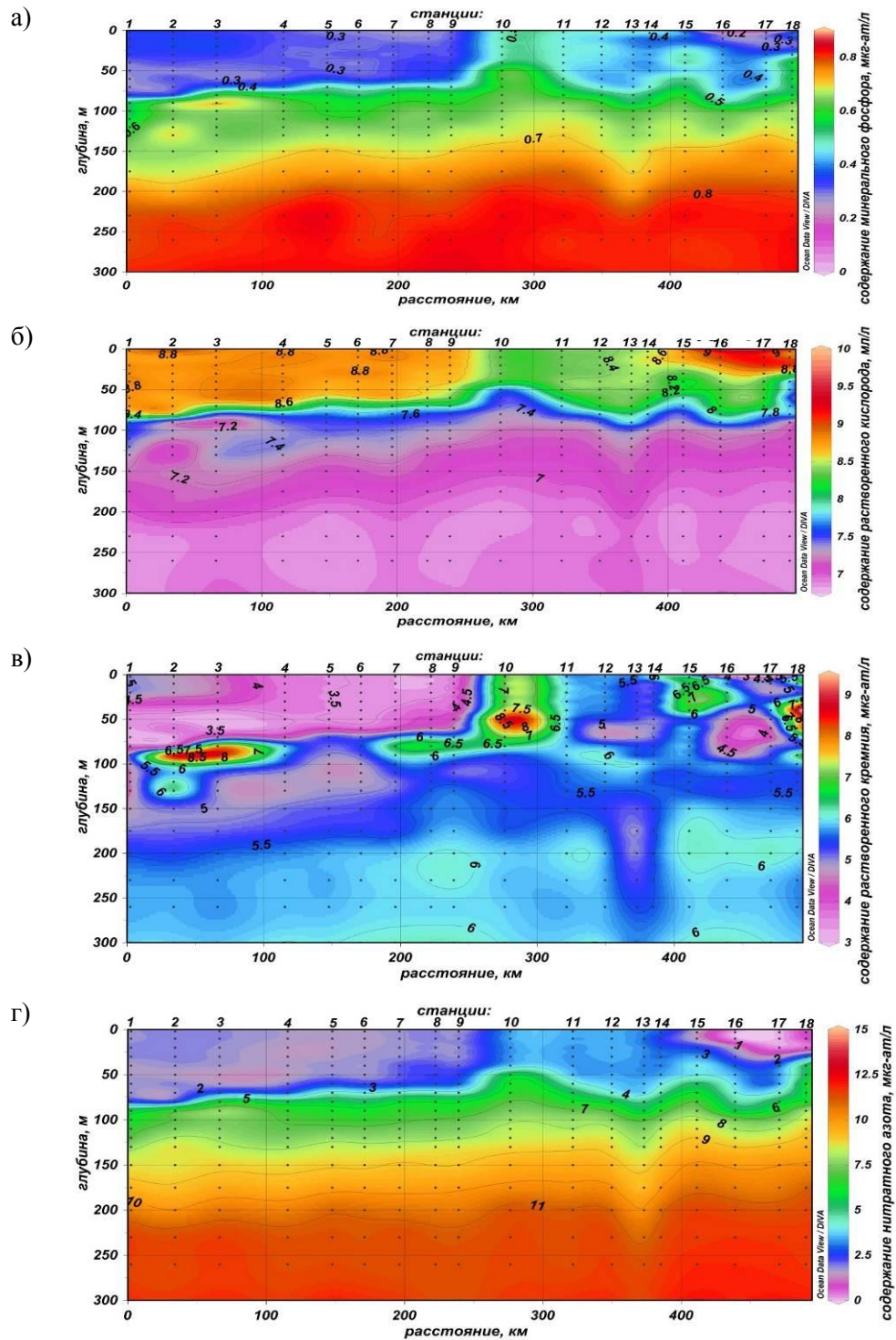


Рисунок 3.5. Вертикальные распределения кислорода (а), растворенного кремния (б), минерального фосфора (в), нитратного азота (г) на разрезе по всем станциям во время дрейфа станции СП–2015

В поверхностном слое обнаружены области повышенного содержания биогенных элементов, которые могут быть связаны с выходом к поверхности вод тихоокеанского происхождения.

Сезонные процессы на поверхности, связанные с распреснением и фотосинтезом, отмечались во второй половине июля до глубин 20 м. При этом содержание нитратного азота снижалось до нулевых значений и могло привести к лимитированию процессов первичного продуцирования.

В ходе экспедиции АВЛАП/NABOS–2015 были получены сенсорные данные по содержанию растворенного кислорода, температуры и солености.

Содержание растворенного кислорода находится в пределах 6,5 и 9 мг/л. Максимальное содержание кислорода отмечается в поверхностном слое и далее до глубин 150 м концентрация кислорода равномерно понижается. Минимальные значения отмечаются на глубинах 200 и 400 м. В придонном горизонте отмечено несколько повышенное содержание кислорода около 7 мг/л. Наибольшая изменчивость параметра наблюдается на глубине до 100 м.

Соленость воды колеблется от 26 до 35. Наиболее распресненным является поверхностный слой воды. Соленость его составляет около 28–29 ‰. Наибольшая изменчивость солености отмечается от поверхностного слоя до глубин 50–100 м (рис.3.6).

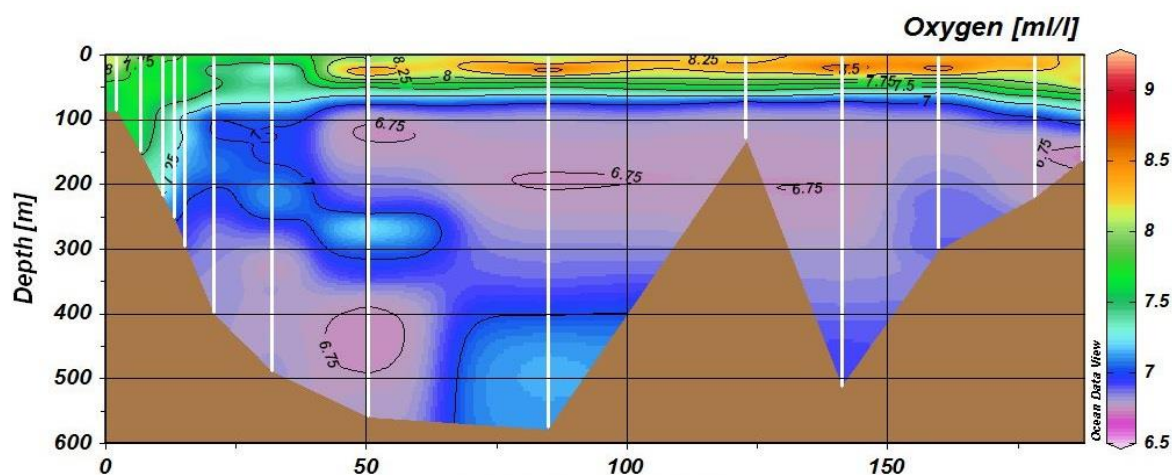


Рисунок 3.6. Распределение растворенного кислорода (мл\л) на разрезе через желоб Св. Анны в рейсе NABOS–2015 по данным кислородного сенсора

3.3. Уровень арктических морей

Характеристика особенностей колебаний уровня арктических морей за период с июля по сентябрь 2015 г. составлена по данным четырехсрочных наблюдений на 18-ти станциях, расположенных в морях Карском, Лаптевых и Восточно-Сибирском (таблица 3.2). В Восточно-Сибирском море на всех трех станциях наблюдения велись отрывочно,

что затрудняет интерпретацию данных этих наблюдений. 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 июль – сентябрь 2015 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
им. Попова (о. Белый)	73 20 N	70 03 E
Новый Порт	67 41 N	72 53 E
Сопочная Карга	71 52 N	82 42 E
Диксон	73 30 N	80 24 E
о-ва Известий ЦИК	75 57 N	82 57 E
м. Стерлегова	75 25 N	88 54 E
Голомянный	79 33 N	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		
Амбарчик	69 37 N	162 18 E
Певек	69 42 N	170 15 E
Рау-Чуа	69 30 N	166 35 E

В юго-западной части Карского моря (рис. 3.7) на станциях им. Е.К. Фёдорова (м. Болванский Нос), Усть-Кара и Амдерма колебания уровня в течение всего третьего квартала 2015 года происходили на значительно повышенном фоне (от +13 до +41 см). В июле на станциях Амдерма и Усть-Кара значение уровня были выше среднемесячных значений (+26 +33 см), в августе среднемесячные значение уровня понизились (+13 +21 см), а в сентябре составляли +19 см и +30 см, соответственно. На станции им. Е.К. Фёдорова (м. Болванский Нос) в июле среднемесячный уровень достиг значения +15 см, в августе +38, а в сентябре оказался наибольшим для данного региона (+41 см).

Наиболее значительный подъем уровня в юго-западной части Карского моря наблюдался 5 июля на станции Усть-Кара (+119 см) и 10–12 сентября, когда уровень моря поднялся на 94 см выше среднемноголетнего значения на станции Усть-Кара и на 97 см – на станции им. Е.К. Федоров. Наиболее существенное понижение уровня было отмечено

29–30 сентября, при этом уровень опустился до отметки –24 см на станции им. Е.К. Фёдорова (м. Болванский Нос) и –36 см на станции Амдерма.

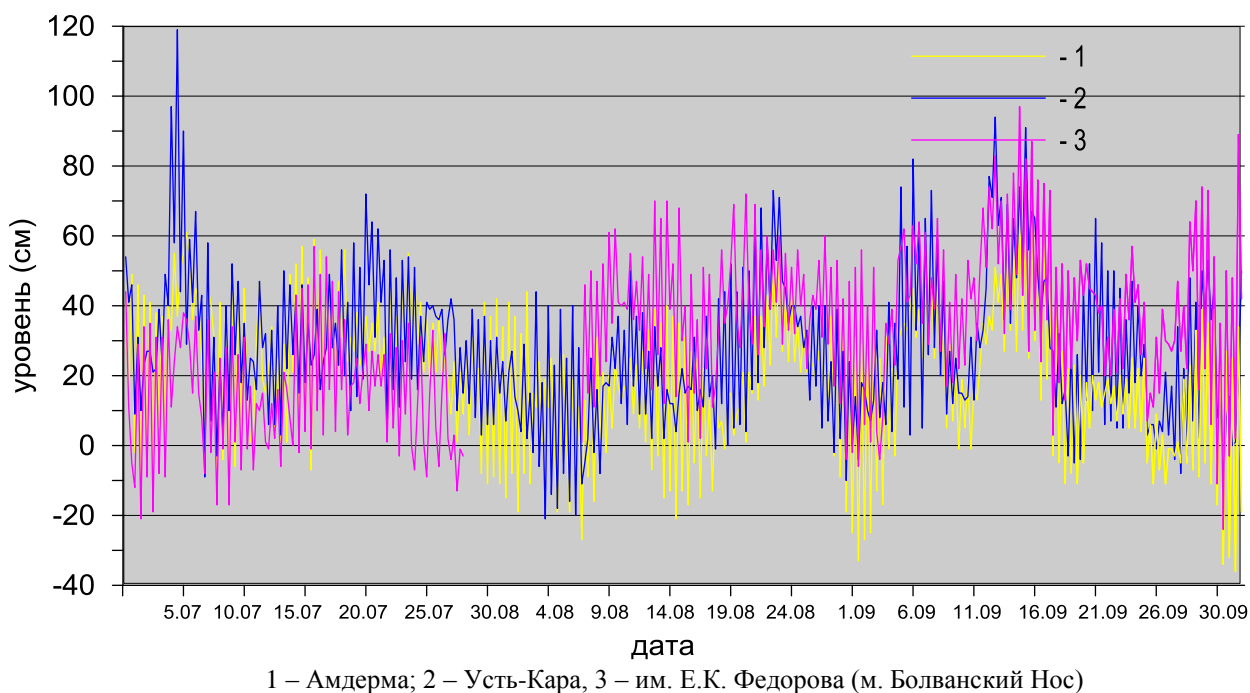


Рисунок 3.7. Колебания уровня на станциях юго-западной части Карского моря в июле – сентябре 2015 г

В восточной части Карского моря (рис. 3.8) на станциях Сопочная Карга, Диксон и м. Стерлигова в июле и августе колебания уровня происходили на пониженном фоне: от +4 см до –19 см. В это же время на станции о-ва Известий ЦИК фон колебаний уровня был повышенный (+16 см +12 см). В сентябре произошло существенное повышение фона колебаний уровня, более значительное на станциях Стерлегова и Диксон (+10 см), менее значительное на станции Сопочная Карга (–2 см). Данные со станции о-ва. Известий ЦИК полученные за сентябрь не репрезентативны. Наиболее значительные подъемы уровня, были отмечены на станции Сопочная Карга 2 июля и 12 сентября и составили 78 см выше среднемноголетнего значения. 2 июля и 12 сентября также были отмечены наиболее значительные подъемы уровня на станциях м. Стерлегова и о-ва Известий ЦИК: 2-го июля +52 см и +46 см соответственно и 12 сентября +44 см и +51 см соответственно. Наиболее заметное понижение уровня отмечалось 7 августа, когда на станции Сопочная Карга уровень опустился на 85 см ниже среднемноголетнего значения.

В Обско-Тазовском районе Карского моря (рис. 3.9) на станции Новый Порт в июле и августе колебания уровня происходили на сильно повышенном фоне: от +24 см до +41 см. В это же время на станции им. Попова (о. Белый) фон колебаний уровня был сильно понижен (–17 см –31 см). Наибольший подъем уровня в этой части Карского моря

отмечался 14 сентября, когда уровень на станции Новый Порт поднялся на 114 см выше среднемноголетнего значения. Наиболее значительное понижение уровня отмечалось 4 августа, минимальный уровень при этом наблюдался на станции им. Попова и составил – 120 см.

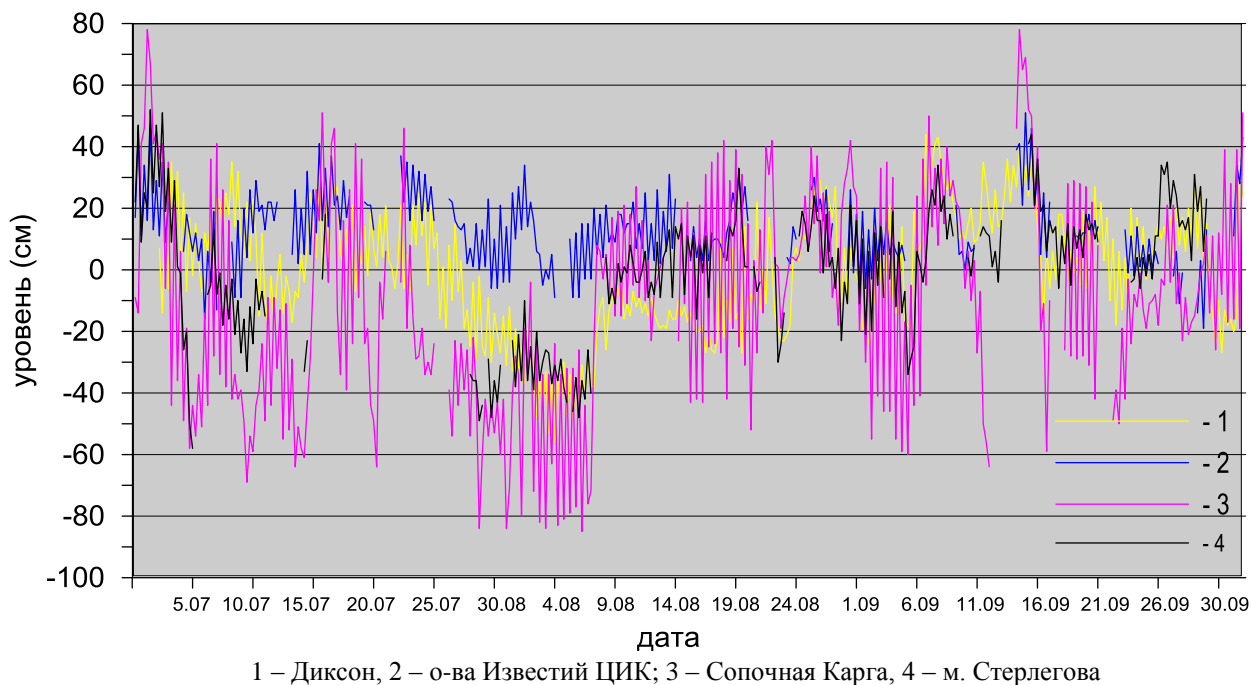


Рисунок 3.8. Колебания уровня на станциях восточной части Карского моря в июле – сентябре 2015 г.

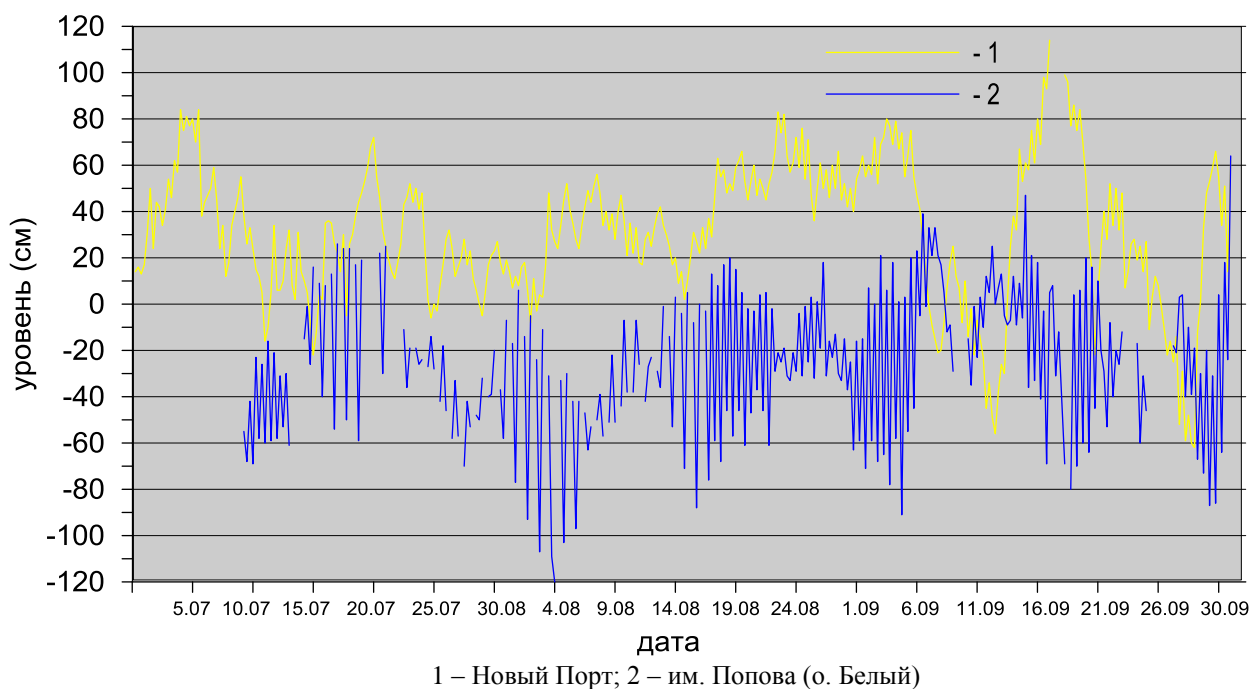


Рисунок 3.9. Колебания уровня на станциях Обско-Тазовского района Карского моря в июле – сентябре 2015 г.

В северной части Карского моря репрезентативные данные были получены только за июль месяц с одной станции – о. Голомянный. Среднемесячные значения колебаний уровня в этот период было близко к среднегодовому (+ 2 см). Наиболее существенное понижение уровня на этой станции наблюдалось 31 июля (–24 см), а наиболее существенный подъем уровня отмечался 1 июля (+29 см).

В юго-западной части моря Лаптевых на станции Анабар колебания уровня в июле – сентябре происходили на повышенном фоне (+12 см +17 см) (рис.3.10).

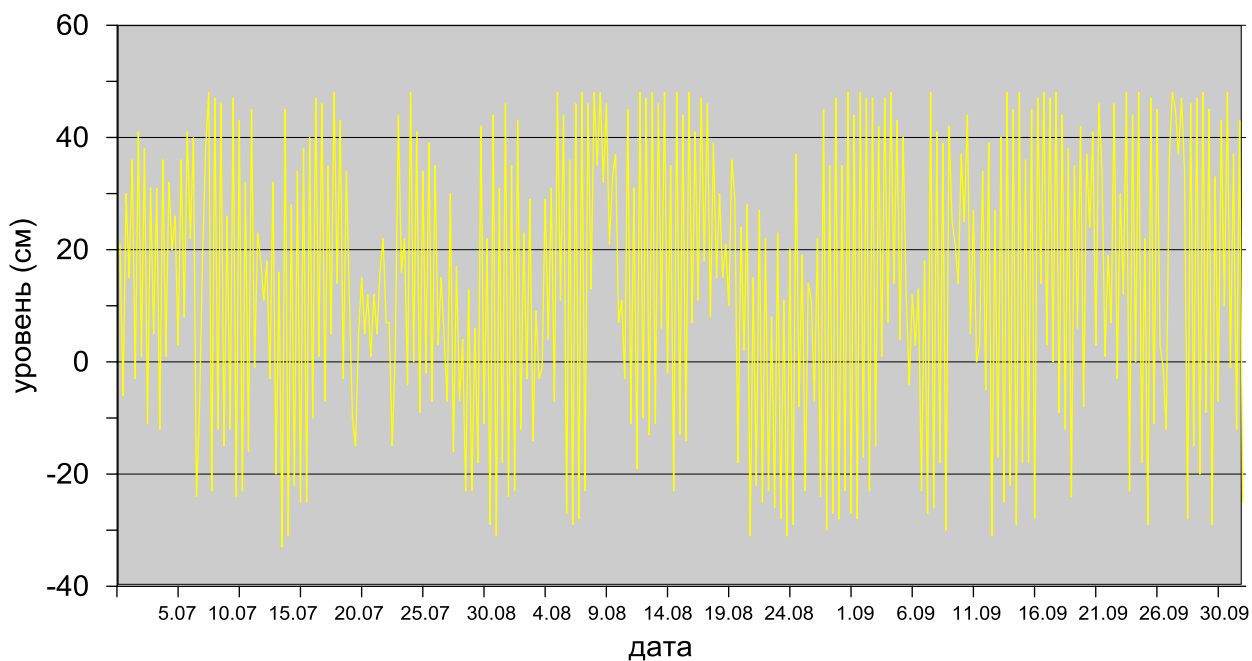


Рисунок 3.10. Колебания уровня в юго-западной части моря Лаптевых (Анабар) в июле – сентябре 2015 г.

В восточной части на станциях м. Кигилях, пр. Санникова и о. Котельный, на протяжении третьего квартала отмечалась одинаковая тенденция в изменениях фона уровенных колебаний: в июле и августе среднемесячные значения были очень близки к среднегодовым (–2 см +2 см), а в сентябре наблюдался рост среднемесячного уровня до +13 см, +7 см и +22 см, соответственно. При этом, на станции м. Кигилях в августе среднемесячное значение уровня опустилось до –27 см (рис. 3.11).

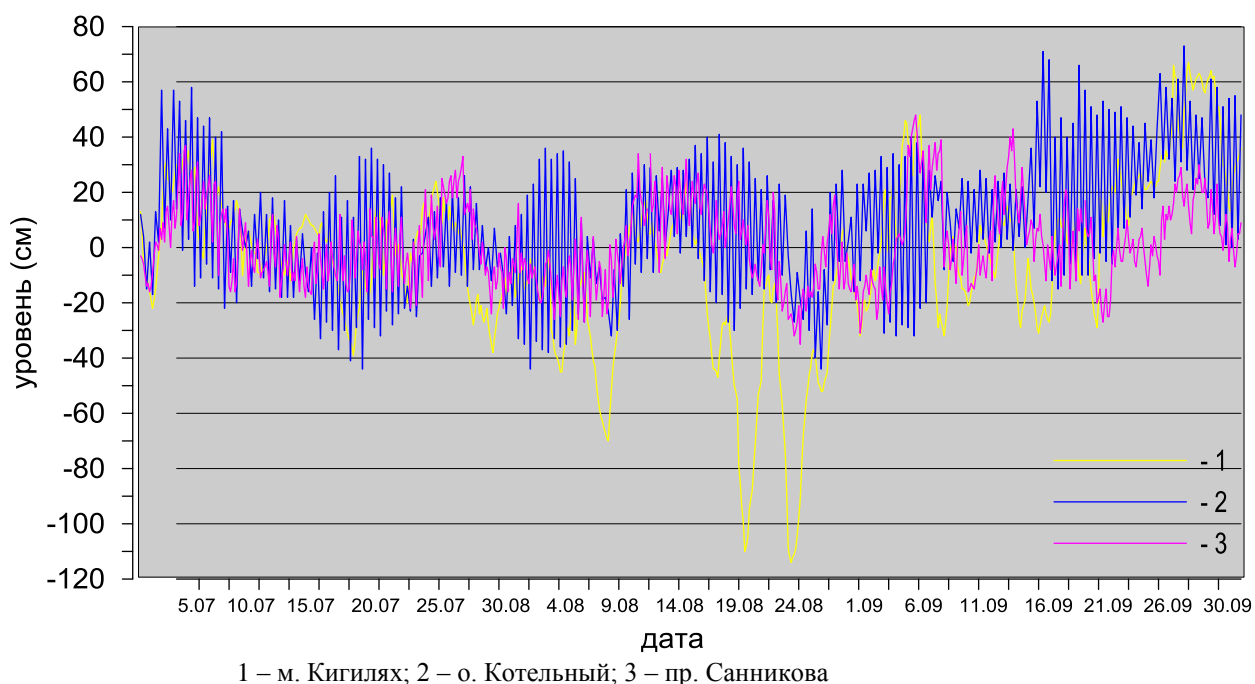


Рисунок 3.11. Колебания уровня на станциях восточной части моря Лаптевых в июле – сентябре 2015 г.

Максимальные значения уровня в юго-западной части моря Лаптевых на станции Анабар (рис. 3.10) наблюдались 8 июля, 5 августа и 2 сентября, когда уровень поднимался на 48 см выше среднемноголетнего значения, а наиболее значительное понижение уровня, отмечавшееся 14 июля, составило –33 см. Наибольший подъем уровня в восточной части моря Лаптевых (рисунок 3.11) отмечался 26 сентября, когда уровень на станции о. Котельный поднялся на 73 см выше среднемноголетнего значения. В этот же день наиболее значительный подъем уровня отмечался и на станции м. Кигилях +67 см. Наиболее значительное понижение уровня отмечалось 24 августа, минимальный уровень при этом наблюдался на станции м. Кигилях и составил –114 см.

В Восточно-Сибирском море на всех станциях наблюдения велись отрывочно, что не позволяет дать репрезентативную оценку колебаний уровня моря в третьем квартале 2015 г. в этом районе.

Наблюдений за колебаниями уровня на станциях, расположенных в Чукотском море в третьем квартале 2015 г. не производилось, в связи с чем, дать какую-либо оценку особенностей колебаний уровня этого моря не представляется возможным.

3.4. 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 июля по сентябрь 2015 г. Расчеты морского волнения осуществлялись с использованием спектрально-параметрической модели, разработанной в ЛО ГОИНе и модифицированной в ААНИИ.

Основными исходными данными модели являлись поля атмосферного давления на уровне моря (или составляющие скорости ветра на 10-ти метровом горизонте) и температура воздуха на высоте 2 м центра Брэкнелл (Великобритания, EGRR), оперативно поступающие в ААНИИ в центр коммутации сообщений (ЦКС UNIMAS) автоматизированной системы передачи данных (АСПД) Росгидромета (формат данных GRIB1). Положение кромки льда задавалось путем ежедневного усвоения спутниковых многоканальных микроволновых данных (SSM/I) по сплоченности морского льда. Расчеты проводились для морей Баренцева, Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского. Сведения о распределении высот волн H_s для этих морей приведены в таблицах 3.3–3.4.

Таблица 3.3

Повторяемость (число дней) различных градаций высоты волн (H_s) в Баренцевом море в третьем квартале 2015 г.

Месяц	Высота волн, м									
	0–1	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6	6–7	7–8	8–9	9–10
Июль	–	11	15	3	2	–	–	–	–	–
Август	3	11	15	2	–	–	–	–	–	–
Сентябрь	–	12	6	8	2	–	1	–	–	1
Итого	3	34	36	13	4	–	1	–	–	1

Как видно из таблицы 3.3, в третьем квартале 2015 г. на акватории Баренцева моря в большинстве случаев развивалось волнение в диапазоне высот от 1 до 3 м. Самым штормовым месяцем стал сентябрь. Максимальная высота волн в этот период составила 9,0–9,5 м (12 ч UTC 30 сентября 2015 г.), что на два метра выше, чем в 2014 г.

На рисунке 3.12, в качестве примера, приведено рассчитанное поле ветра и высот волн H_s на акватории Баренцева моря на 30 сентября 2015 г на 12 ч.

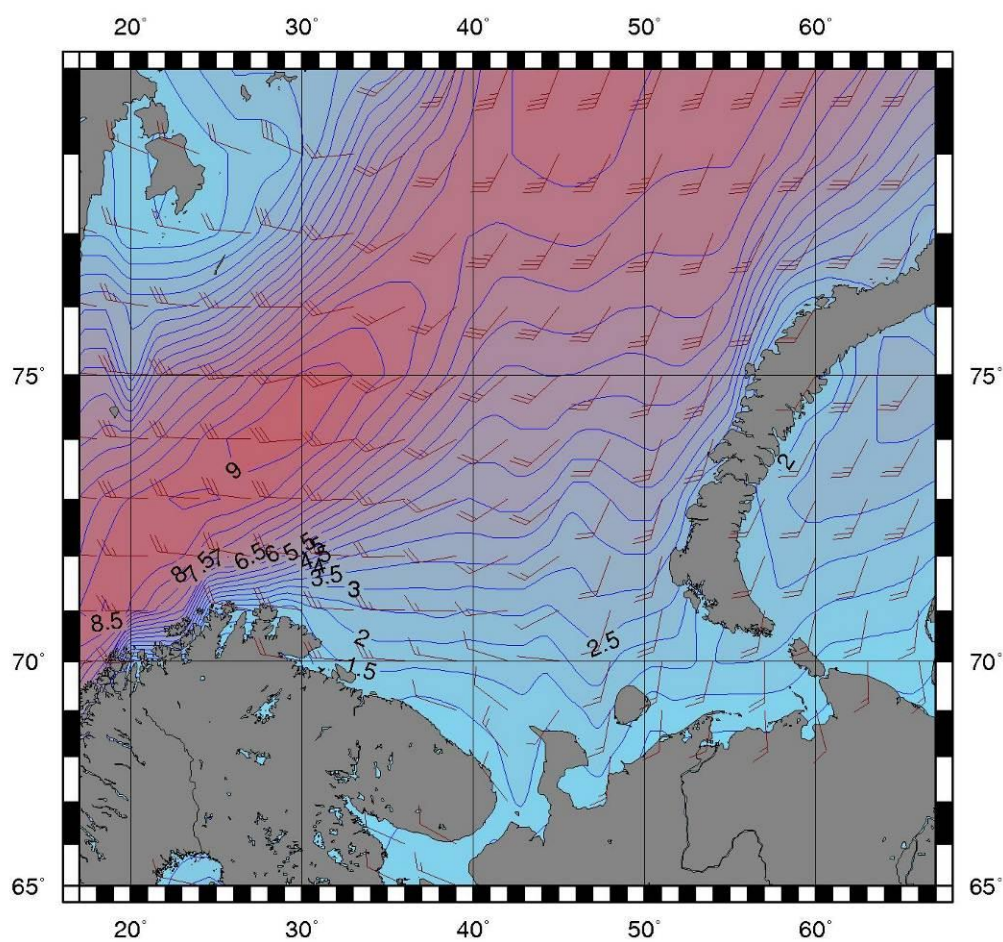


Рисунок 3.12. Поле ветра и высот волн (H_s , м) в Баренцевом море на 12 ч UTC 30 сентября 2015 г.

В Карском море (табл. 3.4) в третьем квартале 2015 г. в большинстве случаев развивалось волнение в диапазоне высот от 1 до 2 м. Максимальная высота волн в этот период составила 7,0–7,5 м, что в два раза выше, чем в 2014 году. В 2014 г. в Карском море волн выше 3,5 м в период с июля по сентябрь рассчитано не было. Море полностью очистилось ото льда к середине августа. Наиболее штормовым месяцем был сентябрь, когда высота волны на входе в Карское море превысила 7 м (30 сентября, 18 ч).

Таблица 3.4

Повторяемость (число дней) различных градаций высоты волн (H_s) в Карском море в третьем квартале 2015 г.

Месяц	Высота волн, м							
	0–1	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6	6–7	7–8
Июль	1	17	11	1	1	–	–	–
Август	6	16	6	2	1	–	–	–
Сентябрь	2	12	6	8	1	–	–	1
Итого	9	45	23	11	3	–	–	1

На рисунке 3.13, в качестве примера, приведено рассчитанное поле ветра и высот волн H_s на акватории Карского моря на 18 ч UTC 30 сентября 2015 г.

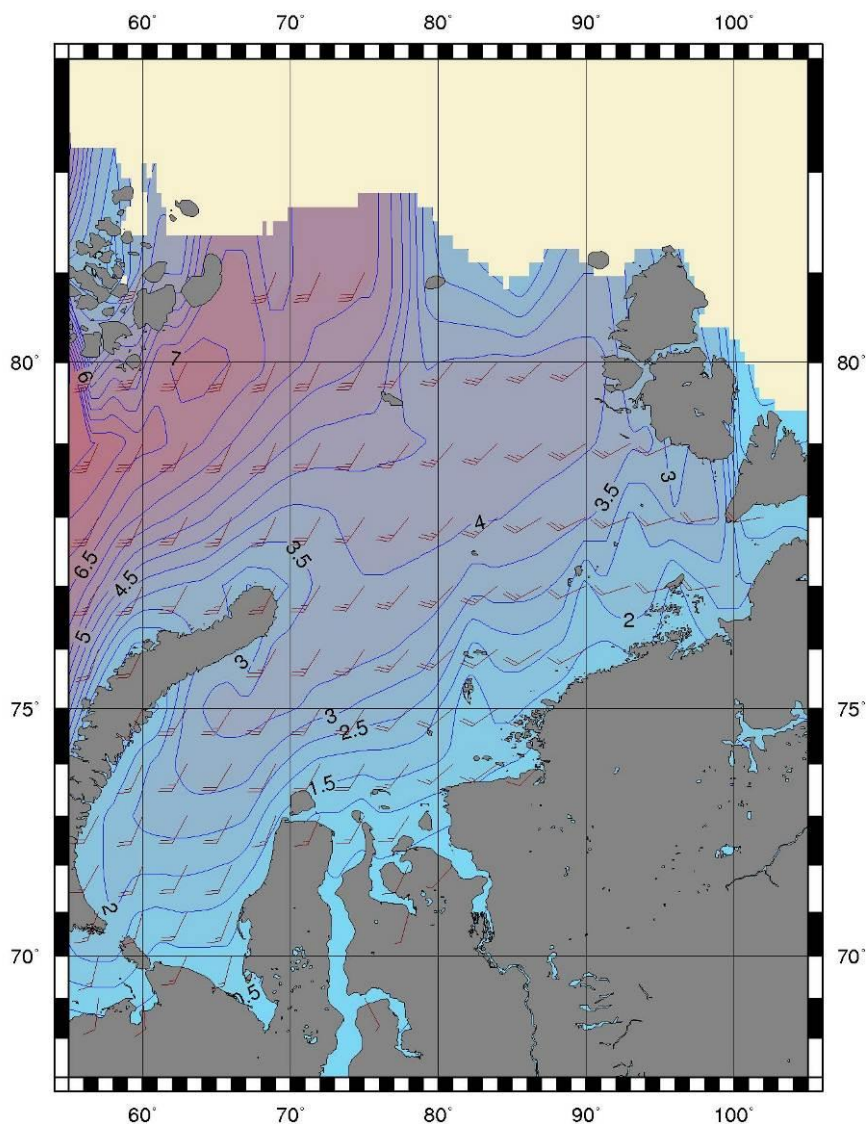


Рисунок 3.13. Поле ветра и высот волн (H_s , м) в Карском море на 18 ч UTC 30 сентября 2015 г.

Сведения о распределении высот волн H_s в морях Лаптевых, Восточно-Сибирском и Чукотском даны в таблицах 3.5 – 3.7. Как видно из таблиц, в море Лаптевых и Чукотском море преобладало волнение с высотами от 1 до 2 м, а в Восточно-Сибирском от 1 до 3 м. Наиболее штормовым месяцем для всех морей стал сентябрь, а для Чукотского моря еще и август.

Наибольшая расчетная высота волн в море Лаптевых составила 6,0–6,5 м (25 сентября, 18 ч), что на 1 м больше, чем в 2014 г., в Восточно-Сибирском море 5,0–5,5 м (26 сентября 00 ч), в Чукотском море 4,5–5,0 м (27 августа 06, 12 и 18 ч, 28 августа 00, 06 и 12 ч, 25 сентября 06 ч, 29 сентября 06 ч).

Таблица 3.5

Повторяемость (число дней) различных градаций высоты волн (Hs) в море Лаптевых в третьем квартале 2015 г.

Месяц	Высота волн, м						
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7
Июль (с 10.07)	8	14	–	–	–	–	–
Август	6	8	10	6	1	–	–
Сентябрь	–	9	11	4	4	1	1
Итого	14	31	21	10	5	1	1

Таблица 3.6

Повторяемость (число дней) различных градаций высоты волн (Hs) в Восточно-Сибирском море в третьем квартале 2015 г.

Месяц	Высота волн, м					
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
Июль (с 10.07)	3	14	5	–	–	–
Август	–	11	10	10	–	–
Сентябрь	–	3	16	5	5	1
Итого	3	28	31	15	5	1

Таблица 3.7

Повторяемость (число дней) различных градаций высоты волн (Hs) в Чукотском море в третьем квартале 2015 г.

Месяц	Высота волн, м				
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5
Июль	2	28	1	–	–
Август	–	13	11	4	3
Сентябрь	–	9	11	7	3
Итого	2	50	23	11	6

На рисунке 3.14, в качестве примера, приведено рассчитанное поле ветра и высот волн Hs на акватории морей восточной Арктики на 12 ч UTC 25 сентября 2015 г.

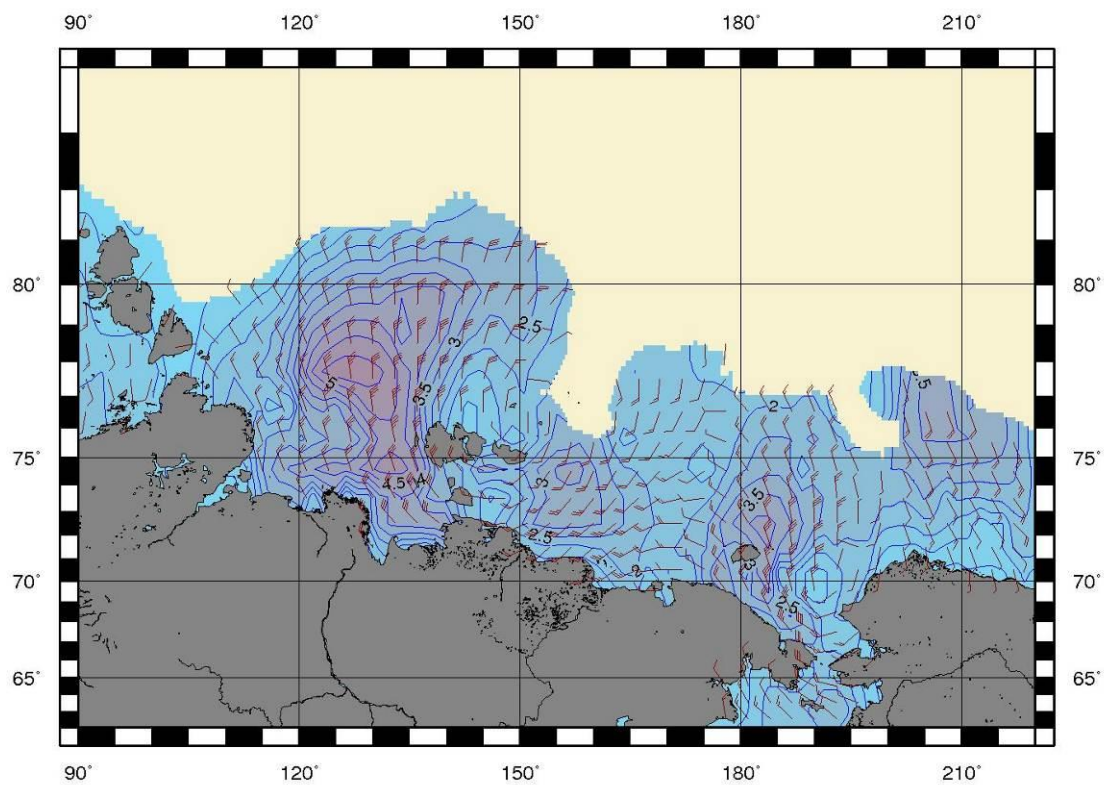


Рисунок 3.14. Поле ветра и высот волн (H_s , м) в морях восточной Арктики на 12 ч UTC 25 сентября 2015 г.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что расчетные высоты волн в третьем квартале 2015 г. оказались выше по сравнению с 2014 г., особенно в морях Карском, Баренцевом и Лаптевых.