

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

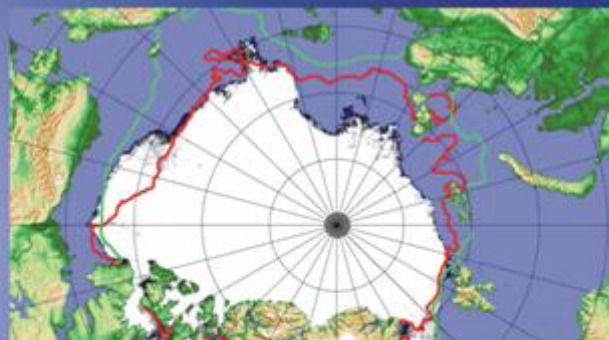


Государственный научный центр РФ
«Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»

ОБЗОР

гидрометеорологических процессов в Северном Ледовитом океане

II квартал 2012 г.



Оглавление

| | |
|---|----|
| Введение | |
| 1. Метеорологические условия Северной полярной области в апреле-июне | 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 апреле-июне..... | 28 |
| 2.1 Развитие ледовых условий | 28 |
| 2.2 Ледовые процессы в устьевых участках рек в весенний период..... | 42 |
| 3 Гидрологические и гидрохимические условия в Северном ледовитом океане в апреле-июне | 48 |
| 3.1 Термохалинные условия арктических морей | 48 |
| 3.2 Гидрохимические условия арктических морей..... | 55 |
| 3.3 Уровень арктических морей..... | 60 |
| 3.3 Ветровое волнение на акватории арктических морей..... | 65 |
| Выводы..... | 68 |

Введение

Настоящий обзор содержит описание особенностей развития метеорологических, ледовых и гидрологических процессов в Северном Ледовитом океане и его морях во втором квартале (апрель-июнь) 2012 года. Фактическая информация для составления обзора получена по данным государственной наблюдательской сети, центров приема спутниковой информации Росгидромета, дрейфующей станции «Северный–Полус-39», 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. лаборатории к.г.н. Радионов В.Ф.) и долгосрочных метеорологических прогнозов (ответственный - зав. лаборатории 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 Сороко С.О.

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

1. Метеорологические условия Северной полярной области в апреле-июне

1.1. Мониторинг крупномасштабных атмосферных процессов в полярном районе Северного полушария

В данном разделе приводятся основные результаты мониторинга развития атмосферных процессов различного пространственно-временного масштаба и связанных с ними, изменений метеорологических условий в полярном районе северного полушария за период с апреля по июнь 2012 г.

Полярный район является крайне сложным по метеорологическим условиям. Процессы данного района тесно взаимосвязаны с развитием и перестройкой процессов общей циркуляции атмосферы (ОЦА), т.е. процессами значительно более крупного масштаба, чем рассматриваемый район.

Полярный район находится под влиянием трех естественных синоптических районов. На него оказывают влияние основные центры действия атмосферы: на западе, в атлантико-евразийском секторе полушария, исландский минимум и азорский максимум, а также азиатский циклон летом и антициклон зимой; на востоке, в тихоокеано-американском секторе, – алеутский минимум и гавайский максимум.

При анализе и диагнозе крупномасштабных процессов во втором квартале 2012 г. 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. Данные элементы ОЦА крайне важны при анализе развития и перестройки атмосферных процессов внутри года и оценке метеорологических процессов в отдельных районах Арктики.

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. По данной классификации для атлантико-евразийского сектора выделяются три основных состояния атмосферы: зональные процессы с термобарическими волнами малой амплитуды – *W* (западная) форма циркуляции, а также два типа меридиональных процессов с волнами большой амплитуды – *С* (меридиональная) и *Е* (восточная) формы циркуляции.

Соответственно во втором, тихоокеано-американском секторе выделяются также три типа процессов: *З* – западный и два меридиональных *М*₁ и *М*₂.

Каждая из форм и типов имеет ряд разновидностей, отражающих варианты перестроек от одного макропроцесса к другому. Разновидности макропроцессов на полушарии имеют значимые различия в направленности крупномасштабных атмосферных процессов и состоянии 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 системах исландского и алеутского минимумов.

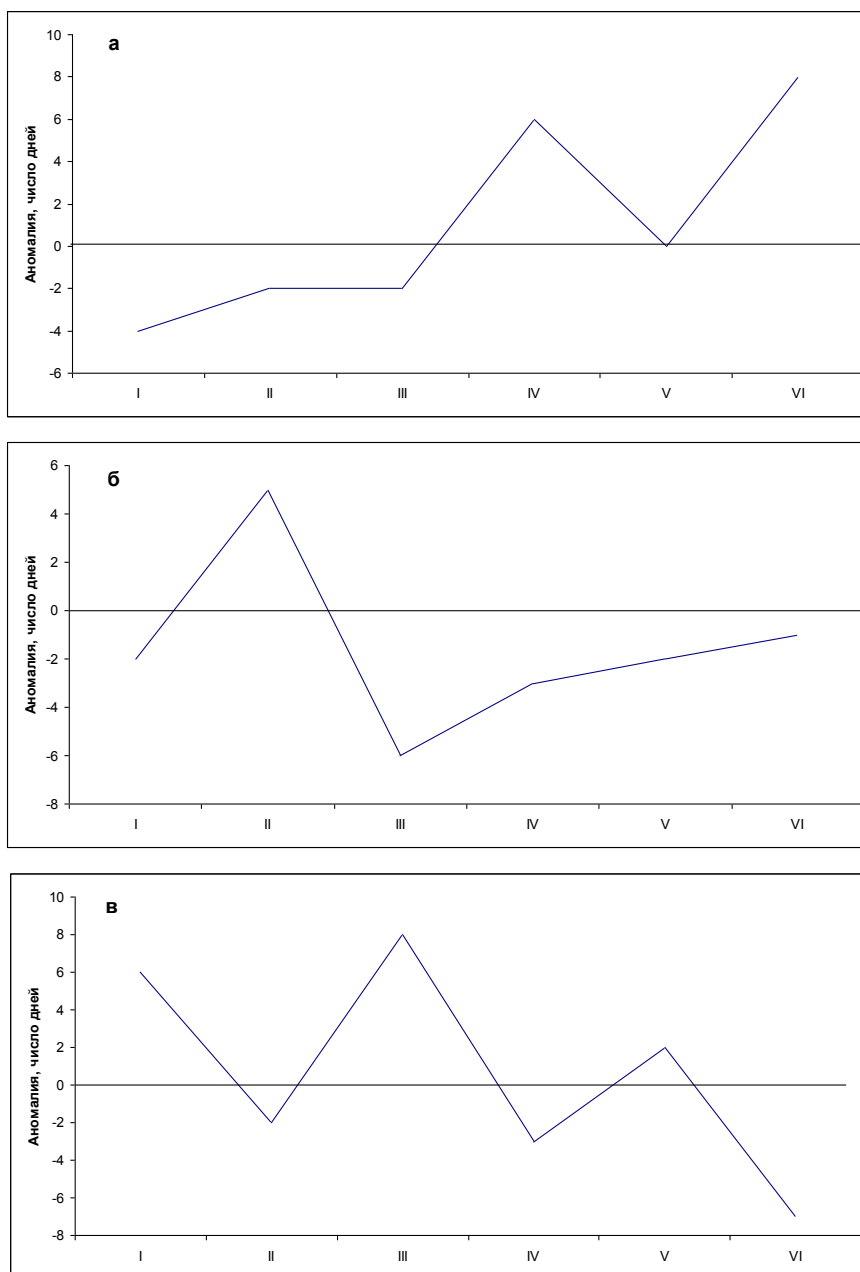
Для анализа макросиноптических процессов межгодовой изменчивости и их влияния на развитие гидрологических процессов в океане также использовался индекс арктической осцилляции. Индекс отражает состояние циркумполярного вихря (ЦПВ) и связанных с ним преобладающих зональных потоков воздушных масс. Поскольку индекс характеризует интенсивность воздушных потоков, осредненных по большому району, то в ряде случаев он не отражает географическую ориентацию центра ЦПВ и положение высотной фронтальной зоны (ВФЗ), по которой смещаются фронтальные циклоны и антициклоны. В связи с этим в данном обзоре применение индекса ограничено использованием его в анализе межгодовой изменчивости атмосферных и гидрологических условий в Арктике.

Реальное состояние циркуляции в атмосфере и метеорологические условия каждого конкретного года существенно отличаются друг от друга и от среднего многолетнего состояния (нормы). Развитие процессов каждого года указывает на существование большого числа вариантов конкретных реализаций ОЦА. 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 апреля по июнь 2012 г. были выявлены следующие особенности их развития.

Фоновые особенности развития атмосферных процессов во втором квартале 2012 г. представлены в виде среднемесячных значений числа дней с основными формами и типами циркуляции по классификации Г.Я. Вангенгейма и А.А. Гирса (табл. 1.1 и рис. 1.1), а также карт среднегодовых полей геопотенциала изобарической поверхности 500 гПа (рис. 1.2), приземного давления (рис. 1.3) и температуры воздуха и их аномалий (рис. 1.6 – 1.8).

Значения числа дней с формами и типами циркуляции и их отклонения от нормы в период апрель - июнь 2012 г.

| Показатель | Индексы циркуляции атмосферы | | | | | |
|------------|------------------------------|----------|----------|-----|-------|-------|
| | Форма | | | Тип | | |
| | <i>W</i> | <i>C</i> | <i>E</i> | З | M_1 | M_2 |
| Число дней | 42 | 21 | 28 | 31 | 31 | 29 |
| Аномалия | 14 | -8 | -6 | 3 | -2 | -1 |



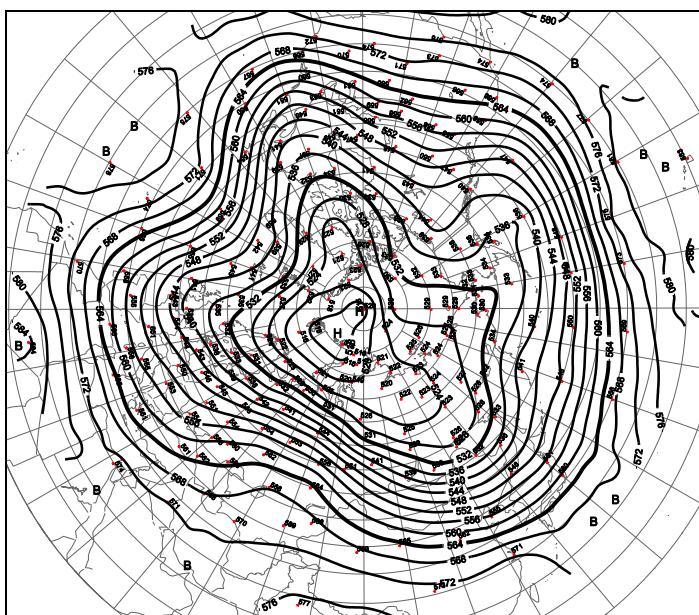
W – западная форма, *E* – восточная форма, *C* – меридиональная форма

Рис. 1.1. Ход среднемесячных аномалий числа дней с основными формами циркуляции в период январь - июнь 2012 г.

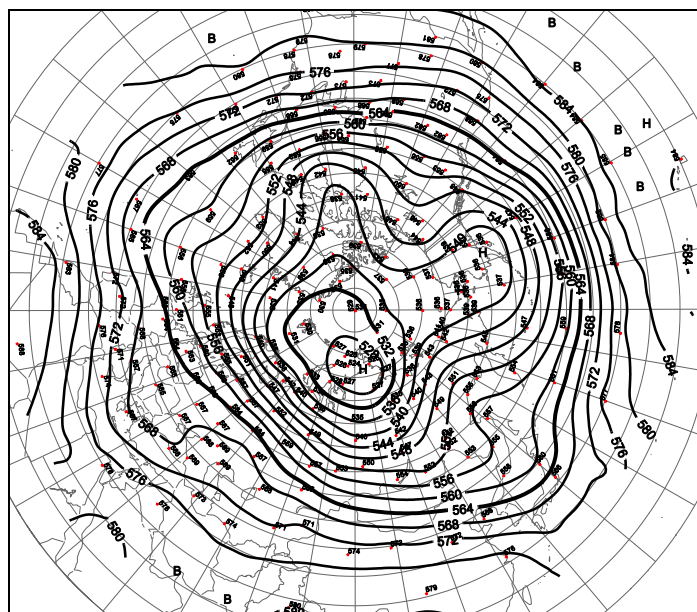
В период апрель - июнь 2012 г., по сравнению с первым кварталом, отмечалась устойчивость в направленности крупномасштабных атмосферных процессов в Северном полушарии.

В средней тропосфере на изобарической поверхности 500 гПа основной центр планетарного циркумполярного вихря из канадо-гренландский район Арктики, где он находился в январе – марте, сместился в район западных морей российской Арктики. Среднемесячные значения геопотенциала изобарической поверхности 500 гПа представлены на рис. 1.2.

Апрель



Май



Июнь

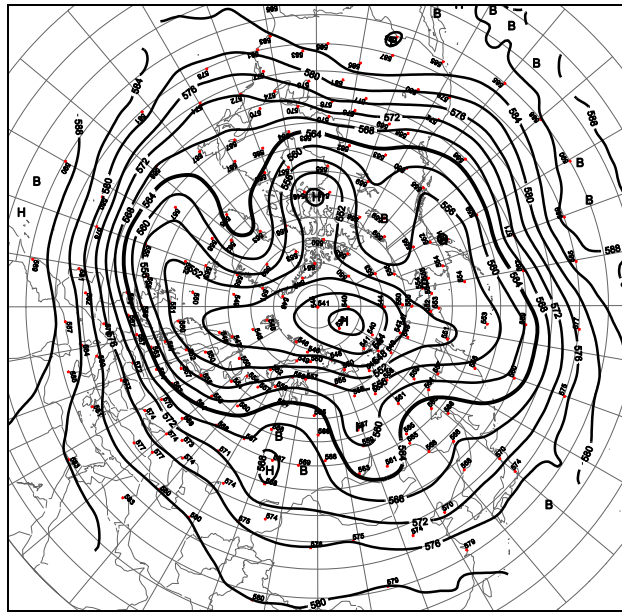


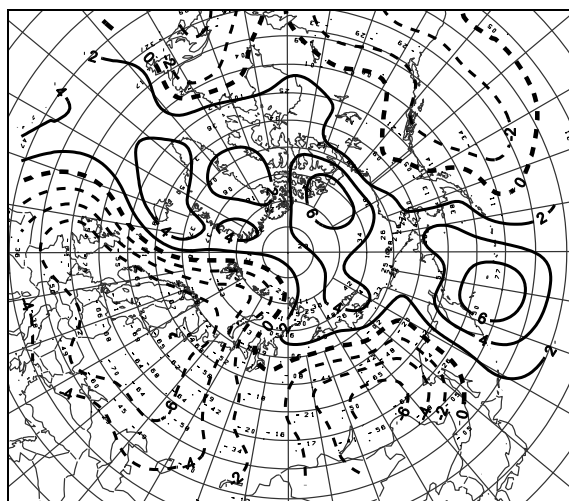
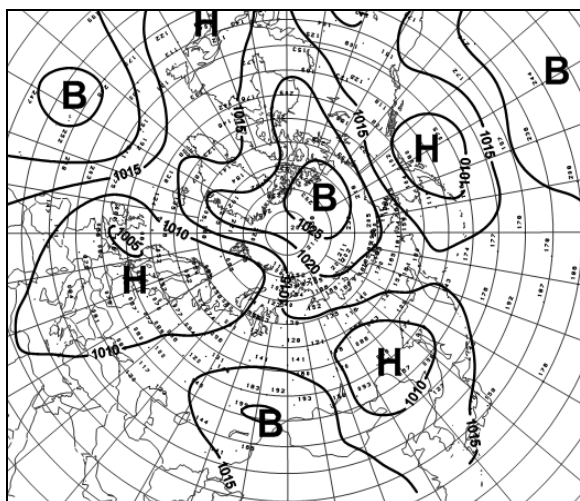
Рис. 1.2. Поля среднего геопотенциала (дам) изобарической поверхности 500 гПа в апреле – июне 2012 г.

Под влиянием длинных термобарических волн на периферии высотного полярного вихря от месяца к месяцу происходило изменение его структуры, системы тропосферных ПВФЗ и траекторий циклонов в системе исландского и алеутского минимумов. Так, в евразийском секторе ВФЗ располагалась чаще южнее своего многолетнего положения, что определило более южные, чем в январе - марте 2012 г., траектории циклонов в атлантико-евразийском секторе полушария.

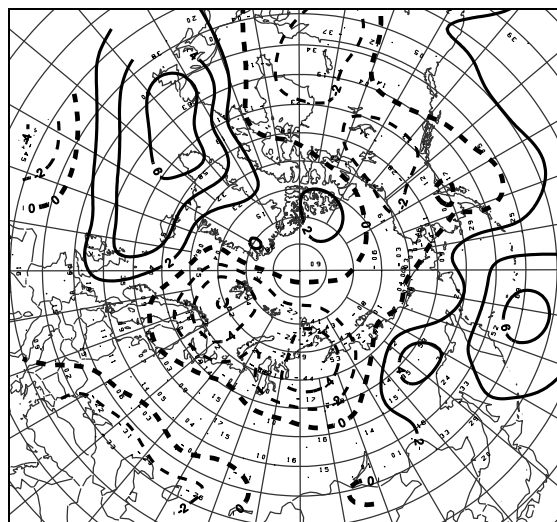
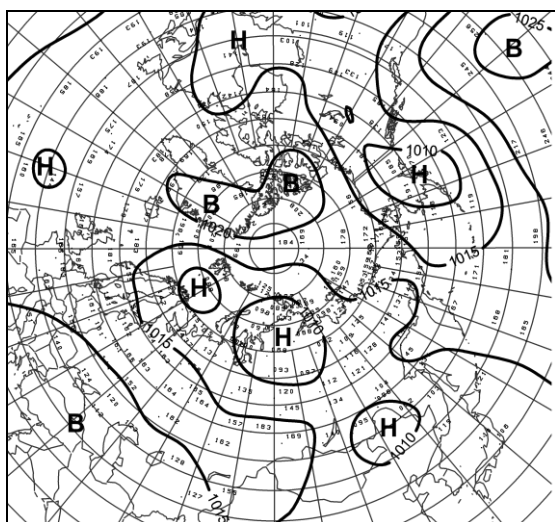
В приземном поле над центральным полярным районом под влиянием усиления арктического антициклона отмечалась тенденция к росту давления. Циклоны в системе исландского минимума смещались над Северной Атлантикой в Арктику по сравнению с нормой низкоширотными траекториями. Наиболее активная циклоническая деятельность отмечалась над Баренцевым и Карским морями (рис. 1.3).

Повышенная повторяемость за период апрель – июнь разновидностей процессов с более низкоширотными траекториями циклонов по сравнению с периодом январь - март обусловила то, что зона с устойчивой адвекцией теплых воздушных масс сместилась из Арктики на континентальную часть Евразии.

Апрель



Май



Июнь

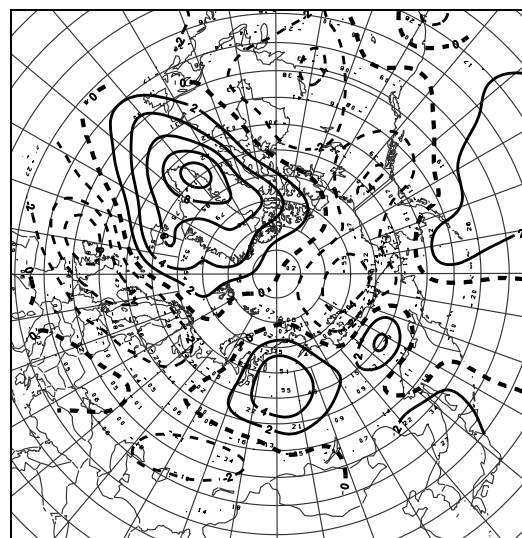
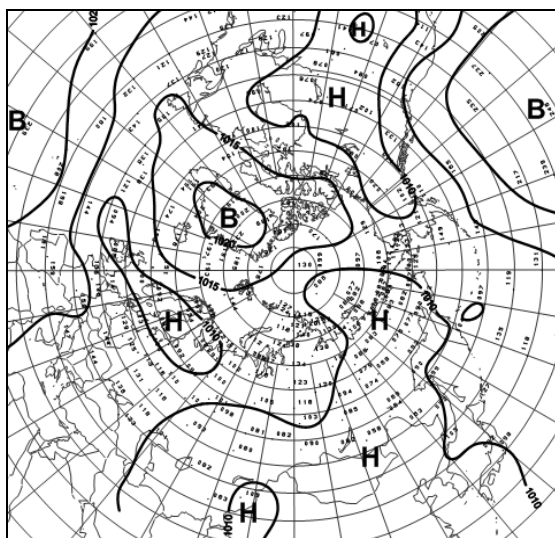


Рис. 1.3. Поля среднего приземного давления (левый столбец) и аномалии давления (правый столбец) за период апрель – июнь 2012 г. (гПа)

Вследствие этого положительный фон аномалий температуры воздуха в среднем по полярному району Арктики во втором квартале понизился более, чем на 4°C (рис. 1.4). Наиболее крупные среднемесячные значения аномалий температуры воздуха сохранились в районе Карского моря (рис. 1.6 – 1.8). Этот район Арктики внес наибольший вклад в формирование температурного фона выше нормы для всего полярного района. Отрицательные аномалии температуры во втором квартале преобладали в районе Норвежского и Гренландского морей.

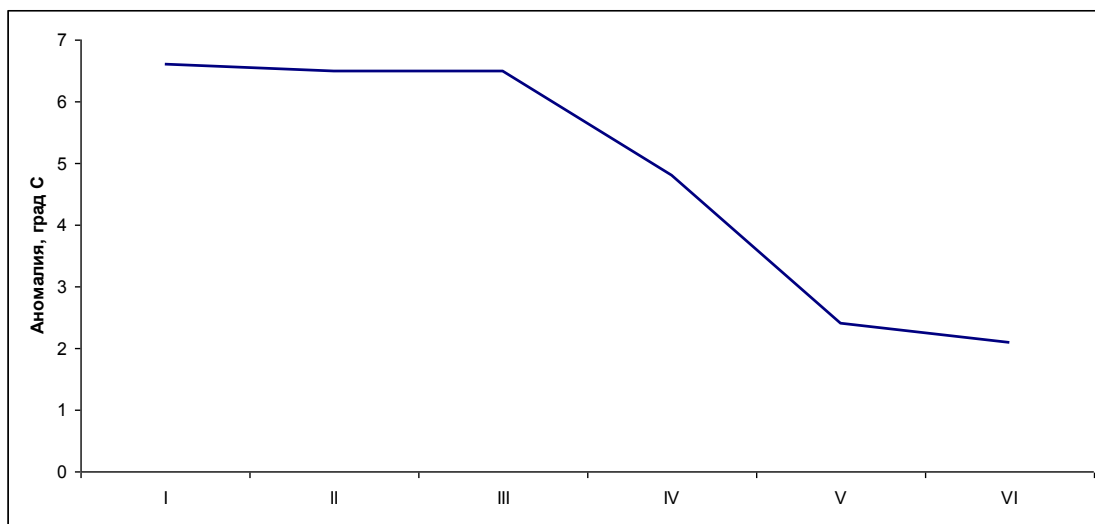


Рис. 1.4. Средние месячные аномалии температуры воздуха (°С) в широтном поясе 70 – 85° с.ш. в январе – июнь 2012 г.

Структурный анализ внутригодовых и внутримесячных особенностей развития атмосферных процессов проводился по комплексу метеорологических характеристик (форма и тип циркуляции, направление воздушных потоков, давление и температура воздуха и их аномалии) за различные периоды осреднения, как календарные, так и по естественным стадиям перестройки процессов различного временного масштаба.

Анализ развития процессов показал, что в апреле – июне 2012 г. отмечалась менее частая, чем в январе–марте, смена (перестройка) направленности развития крупномасштабных атмосферных процессов в Северном полушарии. В рассматриваемый период выделяется ряд естественных стадий с однонаправленным развитием крупномасштабных атмосферных процессов (табл. 1.2). Схема развития и перестройки крупномасштабных атмосферных процессов в Северном полушарии с апреля по июнь 2012 г. выглядит следующим образом:

Апрель (W_{M2+3}) → Май ($C+W_{M2+3}$) → Июнь (W_{M1})

Тенденции изменений давления во втором квартале в полярном районе представлены в виде кривых накопленных (интегральных) аномалий давления отдельно для европейского, азиатского, американского и приполюсного секторов Арктики на рис. 1.5. При положительных значениях аномалий давления интегральная кривая идет вверх, при отрицательных – вниз.

В изменение давления в европейском и американском секторах полярного района Арктики под влиянием циклонов отмечалась тенденция к его понижению. В азиатском и приполюсном секторе Арктики под более частым влиянием блокирующих гребней азиатского и арктического антициклонов наметилась тенденция к преобладанию положительных аномалий давления.

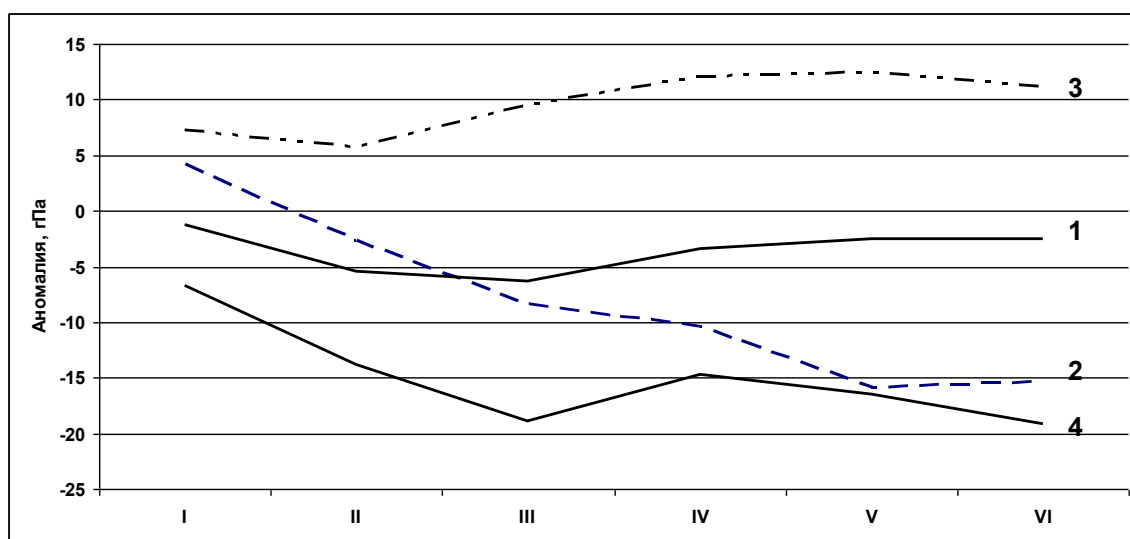


Рис. 1.5. Интегральные кривые среднемесячных значений аномалий давления в январе–июне 2012 г. в приполюсном (1), европейском (2), азиатском(3) и американском (4) секторах полярного района Арктики

Изменения среднемесячных значений аномалий температуры в широтном поясе 70 – 85° с.ш. в январе – июнь 2012 г. представлены на рис. 1.5. Во все месяцы 2012 г. фон температуры оставался выше нормы, но имел устойчивую тенденцию к его понижению от первого ко второму кварталу. Тенденция изменения температуры в целом согласуется с тенденциями колебания крупномасштабных процессов. При аномально повышенной повторяемости разновидностей зональных процессов с низкоширотными траекториями циклонов в первом и втором секторах полушария в Арктике во втором квартале отмечалась ослабление адвекция теплых воздушных масс и уменьшение положительные аномалии температуры воздуха.

Основные особенности развития синоптических процессов в каждом месяце за период апрель - июнь 2012 г. описаны ниже.

В **апреле** произошла кардинальная перестройка крупномасштабных атмосферных процессов. По сравнению с предыдущими месяцами, когда преобладали разновидности меридиональных форм циркуляции, резко возросло число дней с зональными процессами. Основной центр ЦПВ на изобарической поверхности 500 гПа сместился из канадского сектора Арктики в европейский и располагался над районом севера Баренцева моря. Вследствие этого ВФЗ сместилась к югу и основной западно-восточный воздушный поток в средней тропосфере был направлен на континентальные районы. Ось высотного гребня в Арктике часто была ориентирована на побережье американского континента, под которым в приземном поле сформировался обширный арктический антициклон.

В первом (атлантико-евразийском) секторе отмечалась повышенная повторяемость крупномасштабных атмосферных процессов западной формы циркуляции. Под влиянием с севера обширного арктического антициклона циклоны в системе исландского минимума чаще смещались с запада на восток низкоширотными траекториями по континентальной части Евразии. Фон давления в западных морях был выше нормы за исключением Баренцева моря. Воздушные потоки преимущественно юго-восточных направлений обусловили адвекцию теплых воздушных масс. Фон температуры был выше нормы. В Норвежском и Гренландском морях ниже нормы. Наиболее крупные положительные аномалии среднемесячной температуры (до 8 °С) отмечались в районе севера Карского моря (рис. 1.6).

Во втором (тихоокеано-американском) секторе повышенную повторяемость имели крупномасштабные процессы типа 3 и M₂. Характерной особенностью развития макропроцессов было усиление арктического антициклона. Его гребень оказывал влияние на американский континент. Вследствие этого циклоны в системе алеутского минимума смещались по сравнению с нормой более низкоширотными траекториями до побережья Америки и оказывали существенное влияние на адвекцию теплых воздушных масс на полярный район Арктики. Средние месячные значения положительных аномалий температуры превышали 8-10 °С (рис. 1.6).

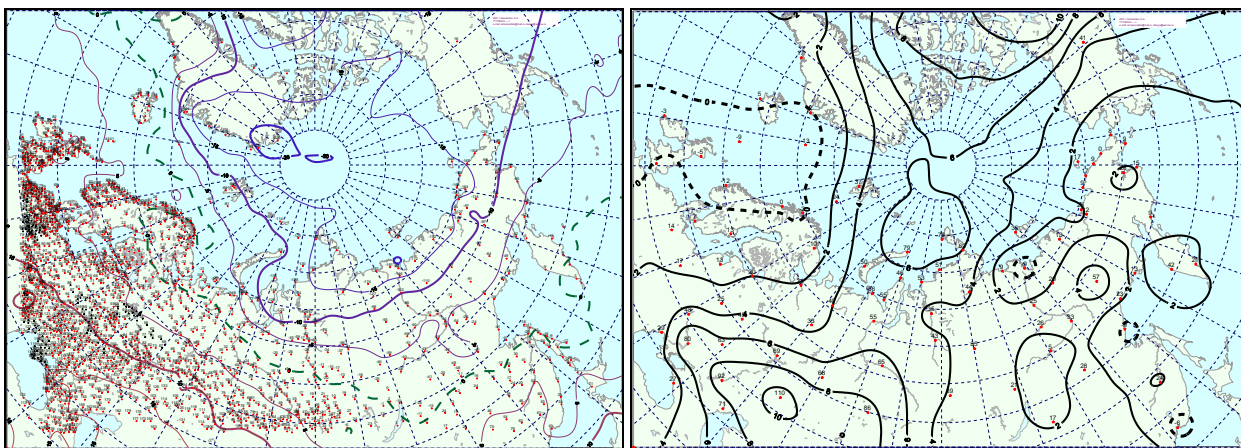


Рис. 1.6. Поле средней месячной приземной температуры воздуха (слева) и аномалии температуры (справа) в апреле 2012 г., (°С)

В мае в целом характер в направленности процессов в средней тропосфере сохранился. При этом основной центр ЦПВ на изобарической поверхности 500 гПа сместился на Таймыр. Вследствие этого ось высотного гребня в Арктике часто была ориентирована с Атлантики на район Гренландии, под которым в приземном поле формировался арктический антициклон.

В первом секторе отмечалось сочетание процессов западной и меридиональной форм циркуляции. Особенностью приземного барического поля по сравнению с предыдущим месяцем явилось ослабление влияния арктического антициклона на район Арктики. В связи с этим циклоны смещались через акватории Баренцева, Карского и Лаптевых морей и своей теплой частью циклоны обусловили устойчивую адвекцию теплых воздушных масс. Среднемесячные положительные аномалии здесь достигали значений 4 °С. В Норвежском и Гренландском морях в тыловой части проходящих циклонов фон с отрицательными температурами сохранился (рис. 1.7).

Во втором секторе также направленность атмосферных процессов сохранилась при повышенной повторяемости типов Z и M_2 с низкоширотными траекториями циклонов. Отличием процесса явилось то, что циклоны в системе алеутского минимума при ослаблении гребня арктического антициклона над Америкой смещались дальше на восток, что привело к ослаблению адвекции теплых воздушных масс в Арктику. Средние месячные значения аномалий температуры составили значения от 1 до 2 °С (рис. 1.7).

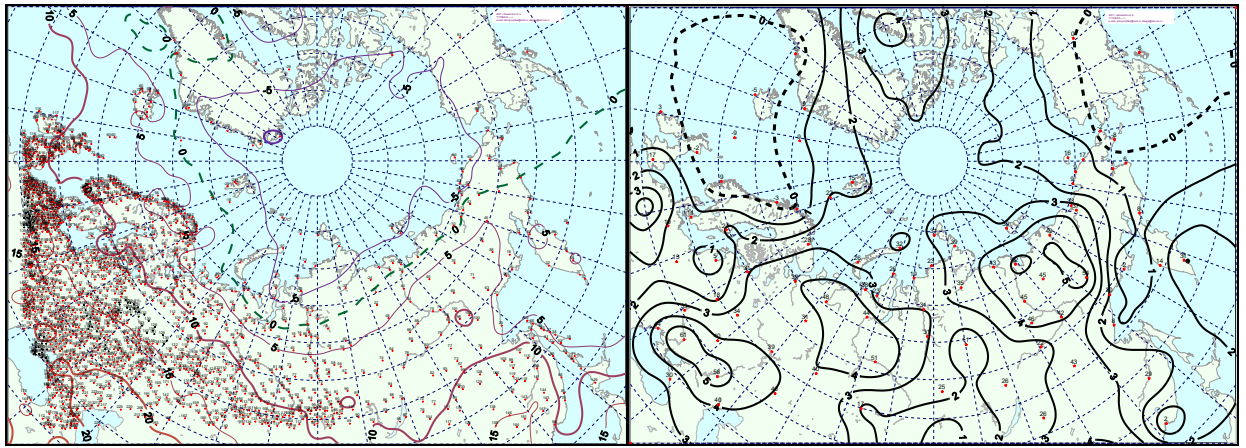


Рис. 1.7. Поле средней месячной приземной температуры воздуха (слева) и аномалии температуры (справа) в мае 2012 г., (°С)

В **июне** центр циркумполярного вихря (ЦПВ) на изобарической поверхности 500 гПа сместился к северо-востоку в район Новосибирских островов. Оси высотных гребней блокирующих в толще тропосферы западно-восточный перенос воздушных масс были ориентированы на район Западной Сибири и Гренландии, где в приземном поле сформировались устойчивые антициклоны.

В первом секторе отмечалась повышенная повторяемость крупномасштабных атмосферных процессов западной формы циркуляции. Под влиянием с севера на Европу гребня обширного антициклона циклоны в системе исландского минимума смещались с запада на восток низкоширотными траекториями до Урала. Далее их движение было блокировано антициклоном над Западной Сибирью. Воздушные потоки преимущественно юго-западных и западных направлений обусловили устойчивую во времени адвекцию теплых воздушных масс в Карском, Баренцевом и Лаптевых морях. В тыловой части проходящих циклонов в Норвежском и Гренландском морях сохранился фон с отрицательными температурами. Наиболее крупные положительные аномалии среднемесячной температуры (до 7-8 °С) отмечались в районе юга-запада Карского моря (рис. 1.8).

Во втором секторе произошла перестройка в направленности процессов к меридиональной циркуляции по типу M_1 . Характерной особенностью развития макропроцессов было усиление гавайского антициклона. Его гребень оказывал влияние на район Тихого океана. Вследствие этого неглубокие циклоны в системе алеутского минимума смещались по сравнению с нормой более высокоширотными траекториями и оказывали свое влияние на полярный район Арктики. Циклоны при данных траекториях обусловили в этот сектор адвекцию теплых воздушных масс. Средние месячные значения положительных аномалий температуры составили 1-3 °С (рис. 1.8).

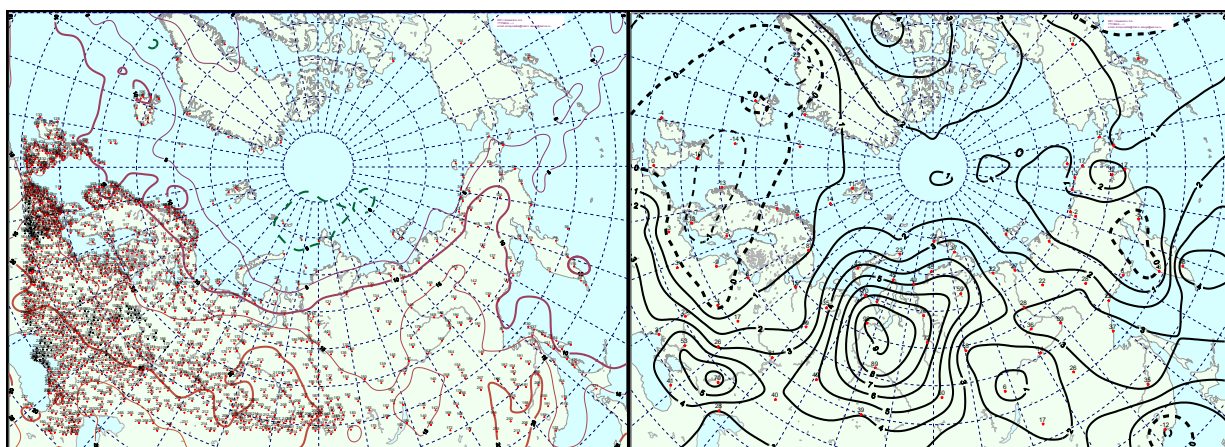


Рис. 1.8. Поле средней месячной приземной температуры воздуха (слева) и аномалии температуры (справа) в июне 2012 г., (°С)

Структурные особенности развития процессов внутри каждого месяца в 2012 г. по элементарным синоптическим процессам (ЭСП) представлены в табл. 1.2. Каждый ЭСП отражает одну из 26 разновидностей процессов при сочетании на полушарии трех основных форм (атлантико-европейский сектор) и типов (тихоокеано-американский сектор) циркуляции атмосферы по классификации Г.Я. Вангенгейма и А.А. Гирса.

Таблица 1.2

Каталог макросиноптических процессов по классификации Вангенгейма – Гирса с апреля по июнь 2012 г. с внутримесячной детализацией атмосферных процессов по элементарным синоптическим процессам

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

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.

Изменения от одного ЭСП к другому сопровождаются сменой знака барических полей и направления преобладающих воздушных потоков в полярном районе Арктики при крупномасштабных перестройках атмосферной циркуляции.

В заключение можно отметить, что результаты мониторинга состояния приземной атмосферы в Северной полярной области за второй квартал 2012 г. позволяют сделать основной вывод о сохраняющейся в последние годы тенденции к потеплению в высоких широтах. При этом очаг наиболее значимой положительных аномалий температуры имеет явно выраженную тенденцию к смещению из района Канадского Арктического архипелага и Гренландии (см. Обзоры 2009-2011 гг.) в район Карского и Баренцева морей (январь-март 2012 г.) и далее в район Западной Сибири (апрель-июнь 2012 г.). Данные изменения деформационного термобарического поля в полярном районе Арктики обусловлены перестройкой в направленности крупномасштабных атмосферных процессов северного полушария.

1.2 Мониторинг метеорологических параметров в Северной полярной области

В настоящем разделе приводятся оценки изменения температуры воздуха и атмосферным осадкам по районам северной полярной области (рис.1.9) и арктическим морям. Исходными данными послужили данные наблюдений 250 стационарных метеорологических станций, а также данные, поступающие с дрейфующей станции СП-39 и дрейфующих буев МПАБ.

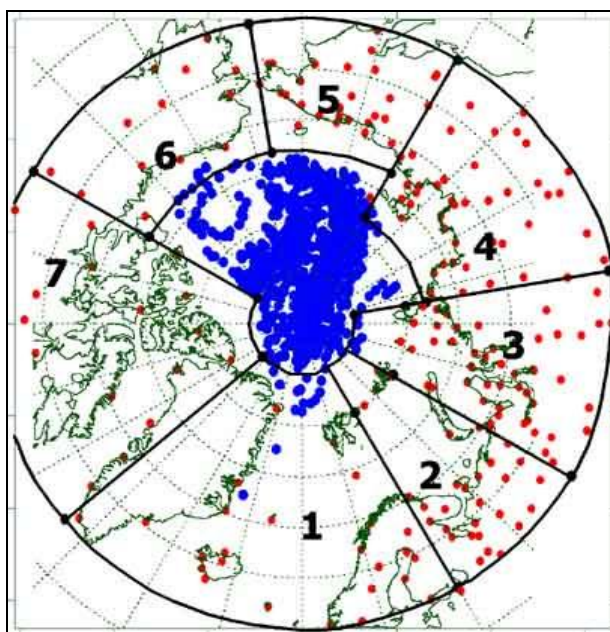


Рисунок 1.9 – Сеть метеорологических станций и границы районов в северной полярной области (1 – Атлантический; 2 – североευропейский; 3 – западносибирский; 4 – восточносибирский; 5 – чукотский; 6 – аляскинский; 7 – канадский)

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 весеннего сезона рассматривался период март-май.

Оценка аномалий средней температуры воздуха за весенний сезон 2012 г. по отдельным широтным зонам (60-85, 60-70 и 70-85° с.ш.) представлена в табл. 1.3. В весеннем сезоне 2012 г. аномалия температуры воздуха СПО составила 1,6 °С. Весна 2012 г. по рангу теплых лет стала одиннадцатой теплой весной за период с 1936 г. Аномалия температуры в широтной зоне 70-85° с.ш. оказалась равной 2,3 °С, а в зоне 60-70° с.ш. 1,2 °С. Прошедший сезон в этих широтных зонах соответственно стал шестым и семнадцатым теплым сезоном по рангу теплых лет с 1936 г.

Таблица 1.3

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

| Широтная зона, ° с.ш. | Аномалия | Ранг аномалии | Наиболее теплый год (аномалия) | Наиболее холодный год (аномалия) |
|--------------------------|----------|---------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 70-85 | 2,3 | 6 | 2011 (4,0) | 1966 (-2,2) |
| 60-70 | 1,2 | 17 | 2011 (2,9) | 1964 (-2,2) |
| 60-85 | 1,6 | 11 | 2011 (3,4) | 1964 (-2,1) |

Сопоставление значений аномалий весенней температуры воздуха в 2012 г. для отдельных климатических районов выявило крупный очаг положительных аномалий температуры в Евразийском секторе, центр которого располагался на территории Западносибирского района (рис. 1.10, табл. 1.4). Пространственно осредненная аномалия температуры составила здесь 4,2 °С. Для Западносибирского района прошедшая весна оказалась пятой теплой весной с 1936 г. В восточной части азиатского сектора (Чукотский район) и на западе Аляски (Аляскинский район) наблюдались отрицательные аномалии температуры воздуха. Значение пространственно осредненной по территории каждого из районов аномалии температуры составило соответственно 0,7 и -0,6 °С.

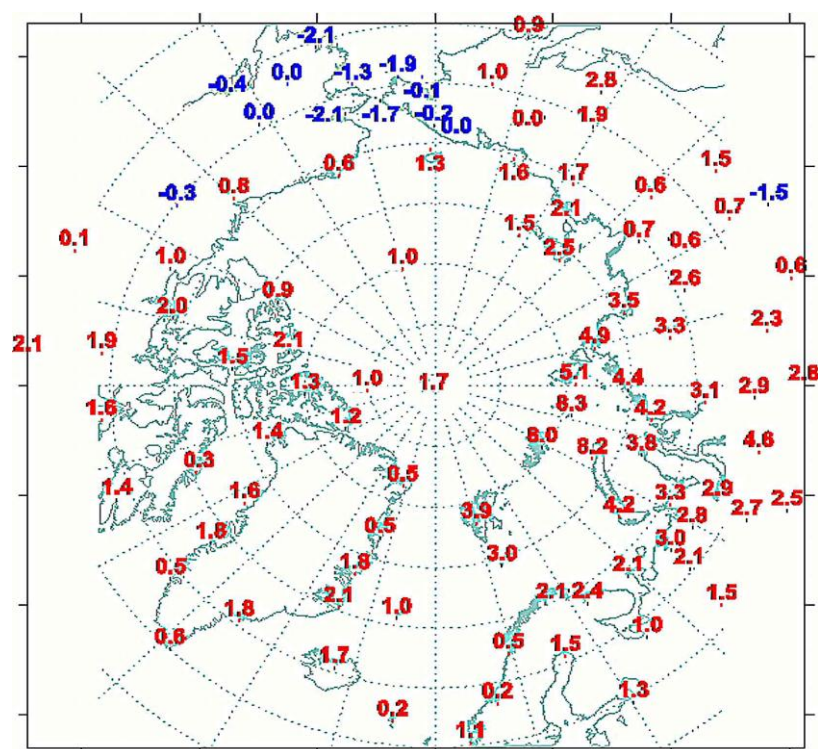


Рисунок 1.10 – Значения аномалий средней температуры воздуха весеннего сезона 2012 г. на станциях Северной полярной области, °С

Таблица 1.4

Аномалии (отклонение от нормы за 1961–1990 гг.) средней температуры воздуха в весенний сезон 2012 г. для отдельных районов СПО, °С

| Климатический район | Аномалия | Ранг аномалии | Наиболее теплый год (аномалия) | Наиболее холодный год (аномалия) |
|---------------------|----------|---------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Атлантический | 1,4 | 14 | 2004 (3,0) | 1968 (-1,4) |
| Североевропейский | 2,7 | 5 | 2011 (3,7) | 1958 (-2,8) |
| Западносибирский | 4,2 | 5 | 2011 (6,7) | 1964 (-2,0) |
| Восточносибирский | 1,6 | 20 | 2011 (5,5) | 1958 (-2,7) |
| Чукотский | 0,7 | 30 | 2002 (4,3) | 1950 (-2,8) |
| Аляскинский | -0,6 | 59 | 1981 (4,0) | 1964 (-4,2) |
| Канадский | 1,2 | 26 | 2010 (4,6) | 1964 (-2,5) |

В районах арктических морей и на территории суши выше 70° с.ш. наблюдались преимущественно положительные аномалии температуры. Высокие значения положительных аномалий обнаруживались в морях евразийского сектора. Самая крупная аномалия имела место в районе Карского моря (табл. 1.5). Значение пространственно осредненной аномалии составило 5,3 °С. В районе Чукотского моря на метеорологических станциях отмечались небольшие отрицательные аномалии температуры воздуха.

**Аномалии (отклонение от нормы за 1961–1990 гг.) средней температуры
воздуха в весенний сезон 2012 г. для районов 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 | 1,8 | 13 | 2004,2006 (3,8) | 1968 (-2,1) |
| Баренцево море | 3,9 | 2 | 2011 (4,0) | 1969 (-2,7) |
| Карское море | 5,3 | 4 | 2011 (7,3) | 1964 (-3,9) |
| Море Лаптевых | 2,5 | 10 | 2011 (5,6) | 1966 (-2,6) |
| Восточно-Сибирское море | 1,4 | 24 | 1990 (5,4) | 1950 (-2,5) |
| Чукотское море | -0,2 | 50 | 2002 (5,4) | 1985 (-3,2) |
| Море Бофорта | 1,1 | 26 | 2010 (3,8) | 1964 (-2,7) |
| Северная часть Канадского района | 1,3 | 25 | 2010 (4,2) | 1964 (-2,1) |

Временные ряды пространственно осредненных аномалий средней за весенний сезон температуры воздуха для отдельных районов широтной зоны 60-85 °с.ш. представлены на рис. 1.11, а для районов арктических морей на рис. 1.12. Оценка линейного тренда средней температуры воздуха за весенний сезон СПО и отдельных широтных зон за период 1936-2012 гг. показала сохранение 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 весеннего сезона составило соответственно 1,4, 1,4 и 1,4 °С за 77 лет.

В большинстве климатических районов отмечается статистически значимый тренд средней за весенний сезон температуры воздуха. Наибольшей величины линейный тренд имеет место в Северо-европейском районе, где он равен 0,25 °С/10 лет (потепление составило 1,7 °С за 77 лет). В Канадском районе линейный тренд положителен, но значение статистически не значимо.

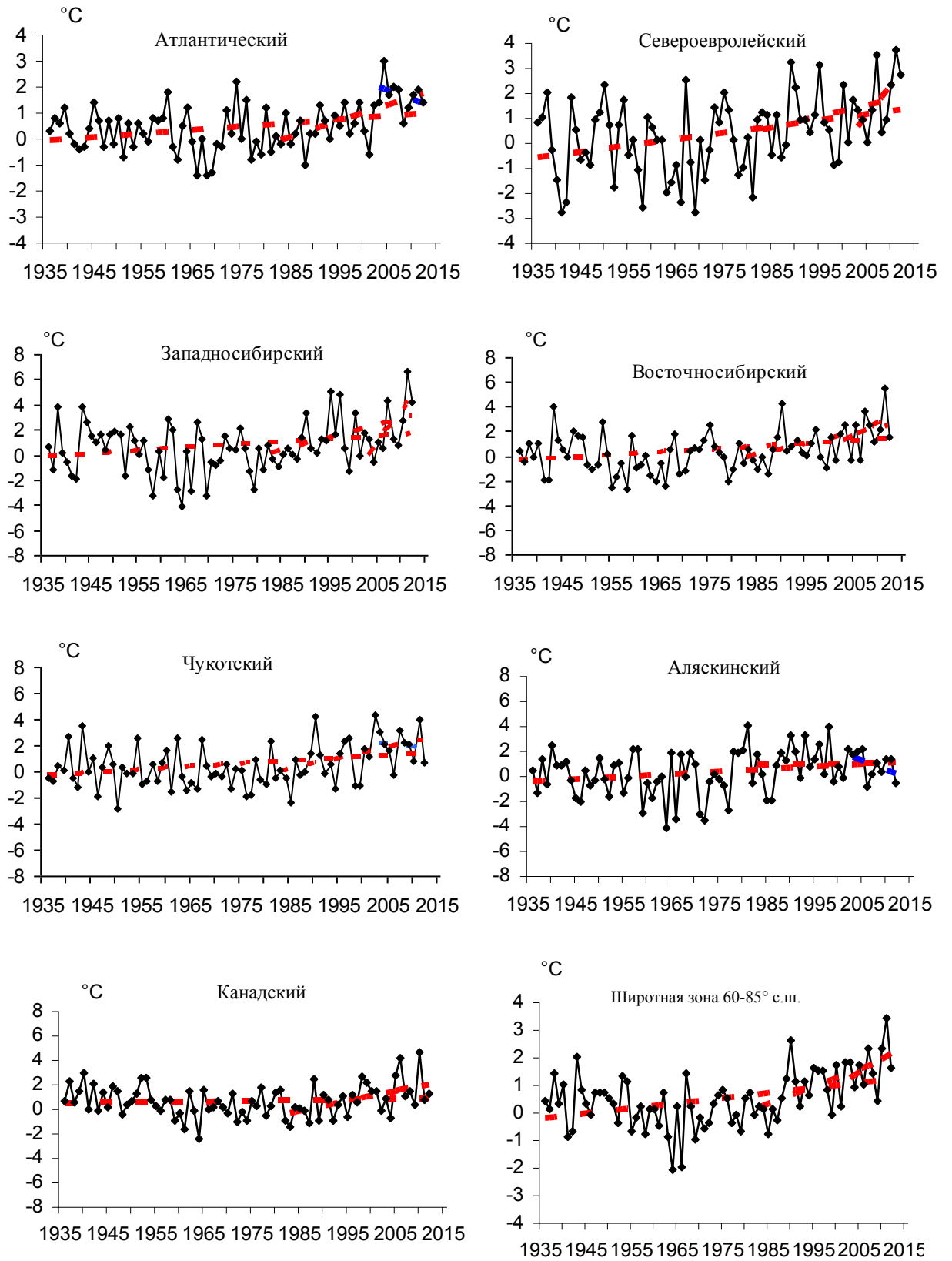


Рисунок 1.11 – Временные ряды аномалий средней за весенний сезон температуры воздуха в климатически однородных районах Арктики и в регионе в целом, °C

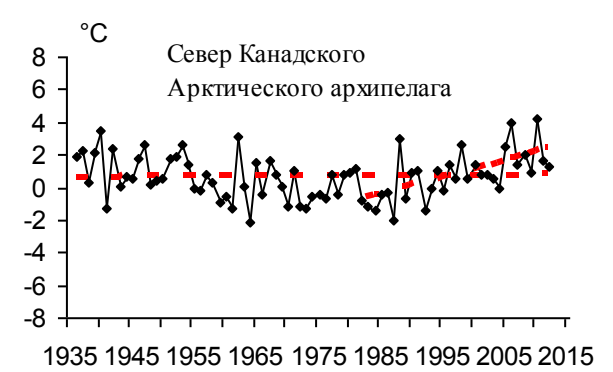
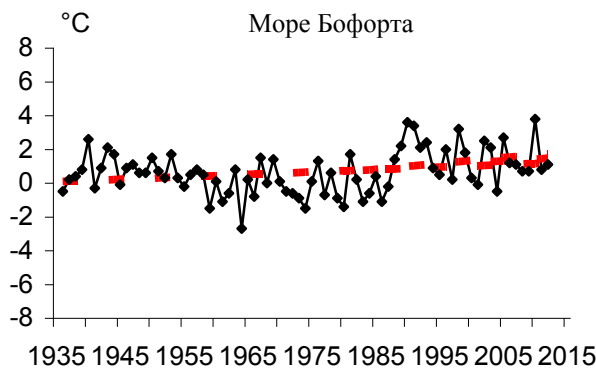
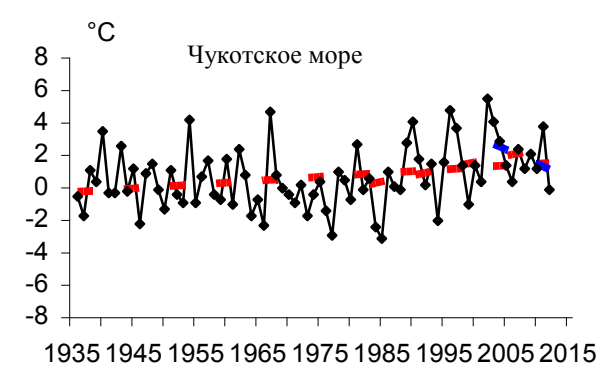
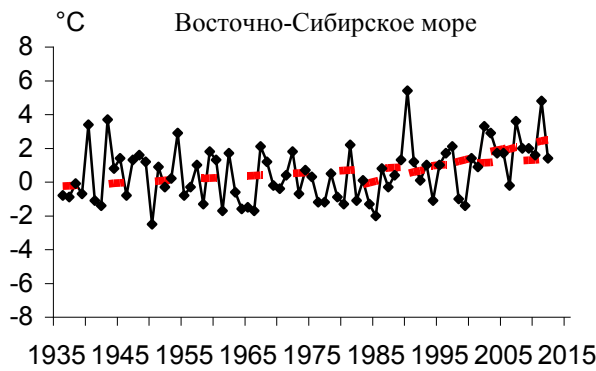
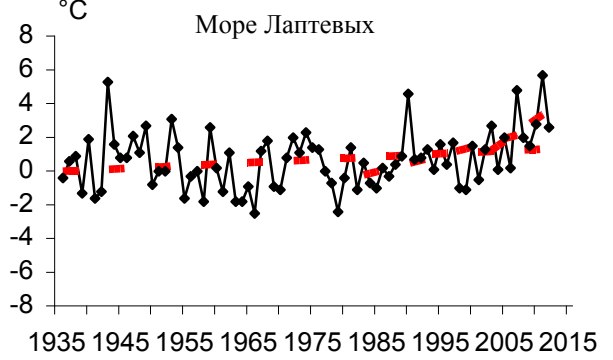
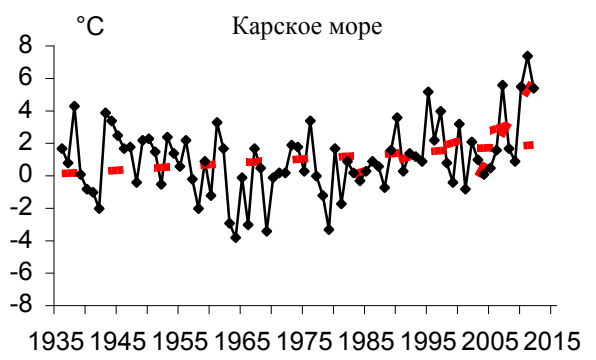
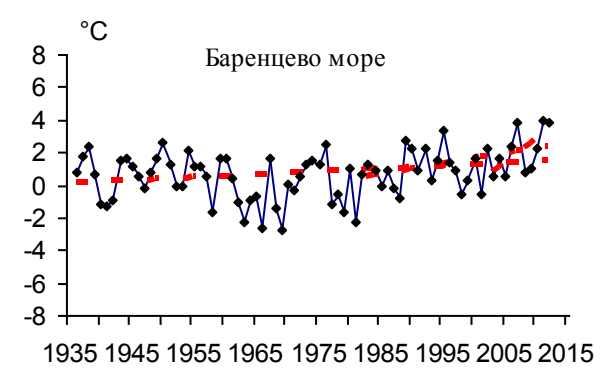
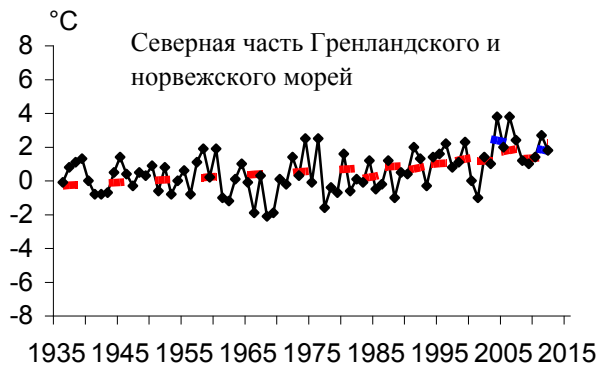


Рисунок 1.12 – Временные ряды аномалий температуры воздуха над акваториями морей и Канадским архипелагом в весенний сезон, °C

Коэффициенты линейного тренда средней за весенний сезон температуры воздуха отдельных районов за весь период наблюдений и за последние 30 и 10 лет

| Район, широтная зона | 1936-2012 | | 1983-2012 | | 2003-2012 | |
|----------------------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|
| | Bx | D | Bx | D | Bx | D |
| Атлантический | 0,14 | 34,6 | 0,62 | 62,3 | -0,69 | 33,6 |
| Североевропейский | 0,25 | 37,1 | 0,45 | 31,2 | 2,39 | 56,4 |
| Западносибирский | 0,23 | 25,9 | 0,99 | 44,3 | 5,05 | 69,1 |
| Восточносибирский | 0,23 | 31,9 | 0,87 | 47,9 | 2,02 | 35,2 |
| Чукотский | 0,22 | 31,6 | 0,83 | 43,8 | -0,39 | 9,2 |
| Аляскинский | 0,20 | 26,2 | 0,04 | 2,4 | -1,48 | 42,8 |
| Канадский | 0,05 | 8,6 | 0,83 | 50,0 | 0,76 | 13,6 |
| 60-70°с.ш. | 0,18 | 42,7 | 0,48 | 47,6 | 0,62 | 22,2 |
| 70-85°с.ш. | 0,18 | 37,1 | 0,86 | 66,2 | 1,56 | 51,4 |
| 60-85°с.ш. | 0,18 | 41,8 | 0,62 | 58,4 | 0,97 | 34,5 |

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

Для последнего тридцатилетнего периода 1983-2012 гг. в рассматриваемых широтных зонах сохраняются статистически значимые положительные тренды температуры. Наиболее высокое значение тренда характерны в изменениях температуры на территории к северу от 70 °с.ш. Здесь повышение температуры весеннего сезона составило 2,6 °C/30 лет, а к югу от 70 °с.ш. только 1,4 °C/30 лет. Среди отдельных районов потепление более всего выражено в районах азиатского сектора СПО. Значение линейного тренда средней за весенний сезон температуры воздуха в Западносибирском и Восточносибирском районах составляет соответственно 3,0 и 2,6 °C/30 лет.

В последнем десятилетнем периоде имеет место статистически значимый линейный тренд только в Западносибирском районе – около 5,1 °C/10 лет (коэффициент тренда значим на 5% уровне значимости). Отмечается появление отрицательных тенденций в изменениях температуры воздуха в Атлантическом, Чукотском и Аляскинском районах.

В районах всех арктических морей сохраняется положительный знак линейного тренда в изменениях температуры воздуха весеннего сезона (табл. 1.7). Наиболее высокая скорость повышения температуры воздуха сохраняется в районе Карского моря и на севере Канадского района. За 1982-2012 гг. температура воздуха в этих районах повысилась соответственно на 3,7 и 3,2 °C/30 лет.

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

| Море, часть моря, территория суши | 1936-2012 | | 1983-2012 | | 2003-2012 | |
|--|-------------|------|-------------|------|-------------|------|
| | Vx | D | Vx | D | Vx | D |
| Северная часть Гренландского и Норвежского морей | 0,22 | 40,0 | 0,73 | 52,8 | -0,79 | 22,7 |
| Баренцево море | 0,18 | 26,9 | 0,63 | 41,6 | 2,88 | 62,2 |
| Карское море | 0,23 | 24,0 | 1,23 | 50,4 | 6,65 | 75,0 |
| Море Лаптевых | 0,18 | 23,2 | 0,98 | 50,8 | 2,63 | 45,0 |
| Восточно-Сибирское море | 0,21 | 28,8 | 0,91 | 46,1 | 0,77 | 17,2 |
| Чукотское море | 0,23 | 27,8 | 0,80 | 34,2 | -1,73 | 38,0 |
| Море Бофорта | 0,14 | 25,3 | 0,35 | 22,2 | 0,22 | 5,6 |
| Северная часть Канадского района | 0,02 | 3,0 | 1,05 | 61,8 | 1,10 | 24,1 |

Примечание: Vx – 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 в холодном сезоне 2010–11 гг. проводится по тем же климатическим районам, что и для температуры воздуха. За холодный сезон принят период с октября 2011 г. по май 2012 г., период выпадения, преимущественно, твердых осадков.

В табл. 1.8 представлены относительные аномалии (в %) количества осадков за холодный сезон 2011–12 гг. для отдельных широтных зон. В целом для СПО отмечается превышение нормы осадков на 7 %, главным образом, из-за обильного выпадения осадков (на 11 %) в широтной зоне 60-70° с.ш. Такое количество выпавших осадков в СПО оказалось десятым в ряду убывающих значений осадков с 1936 года. К северу от 70° с.ш. осадков в зимнем сезоне также выпало более нормы (на 6 %).

Сопоставление годовых сумм осадков выпавших в холодном сезоне 2011–12 гг. в отдельных климатических районах обнаруживает, что менее всего осадков выпало в Чукотском районе (на 30%), а более всего в Североевропейском районе (на 22%) (табл. 1.8). В Чукотском районе прошедший холодный сезон был наиболее сухим с 1936 г. (предыдущий наиболее «сухой» сезон был в 1977 г., 72%).

Относительные аномалии в % сумм осадков холодного сезона 2011/12 гг. и годы с экстремальными аномалиями осадков, %

| Район, широтная зона | Холодный период | Год (наибольшее значение) | Год (наименьшее значение) |
|----------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|
| Атлантический | 115,1 | 1992 (122) | 1941, 2011 (74) |
| Североевропейский | 122,0 | 2007 (127) | 1942 (67) |
| Западносибирский | 101,5 | 2007 (120) | 1941 (74) |
| Восточносибирский | 104,0 | 1967 (129) | 1942 (83) |
| Чукотский | 70,0 | 1967 (163) | 2012 (70) |
| Аляскинский | 99,9 | 1991 (141) | 1954 (58) |
| Канадский | 90,4 | 2005 (120) | 1947 (65) |
| 60-70° с.ш. | 110,6 | 2007 (115) | 1941 (77) |
| 70-85° с.ш. | 106,4 | 2008 (122) | 1977 (85) |
| 60-85° с.ш. | 106,6 | 2007 (114) | 1941 (81) |

В табл. 1.9 приведены оценки изменения сумм осадков холодного сезона по северным (70-85° с.ш.), южным (60-70° с.ш.) частям климатических районов и для районов в целом. На рис. 1.13 временные ряды сумм осадков холодного сезона для районов арктических морей и территорий севернее 70° с.ш.

В холодных сезонах за 1936-2012 гг. осадки более всего выросли в Североевропейском районе (на 33 % от нормы 1961-90 гг.) и Западносибирском (на 20 %). В основном увеличения сумм осадков наблюдалось в южной части этих районов на 39 и 26 % соответственно. В Чукотском районе осадки холодного сезона продолжают уменьшаться (на 16 %).

В целом главной особенностью в межгодовых изменениях твердых осадков за 1936-2012 гг. является сохранение тенденции статистически значимого их увеличения в целом по региону (на 10 %) и к югу от 70° с.ш. (на 13 % от нормы).

Относительно возможно наметившихся тенденций в изменениях сумм осадков холодного периода укажем на сохранение в последнем тридцатилетии отрицательного знака тренда как в целом по СПО, так и южной ее части. К северу же от 70° с.ш. сохраняется тенденция к росту осадков в холодном периоде.

Таблица 1.9

Параметры линейного тренда сумм осадков холодного сезона за весь период и за последнее 30-тилетие

| Район, широтная зона | Вх | % от нормы | D | Вх | % от нормы | D |
|--|-----------------|------------|------|-----------------|------------|------|
| | 1935/36-2011/12 | | | 1982/83-2011/12 | | |
| Южная часть Гренландского и Норвежского морей | 5,24 | 4,7 | 12,2 | -40,78 | -14,4 | 31,6 |
| Скандинавия и север ЕТР | 15,52 | 39,4 | 70,2 | 4,80 | 4,7 | 11,4 |
| Западная Сибирь | 9,02 | 25,8 | 60,6 | -6,34 | -7,0 | 22,7 |
| Восточная Сибирь | 2,56 | 13,2 | 36,2 | 2,12 | 4,3 | 11,9 |
| Чукотка | -1,12 | -3,9 | 7,2 | -11,14 | -15,3 | 37,0 |
| Аляскинский (южная часть) | 2,77 | 12,5 | 17,7 | 2,68 | 4,7 | 7,5 |
| Канадский (южная часть) | 0,60 | 3,3 | 8,0 | -5,78 | -12,5 | 32,5 |
| 60-70° с.ш. | 5,00 | 12,8 | 43,7 | -7,53 | -7,5 | 27,9 |
| Северная часть Гренландского и Норвежского морей | 9,12 | 29,8 | 48,0 | 13,53 | 17,2 | 31,5 |
| Баренцево море | 6,15 | 20,9 | 52,0 | 8,18 | 10,8 | 26,0 |
| Карское море | 0,44 | 2,6 | 4,9 | 16,98 | 38,3 | 65,6 |
| Море Лаптевых | -3,07 | -19,4 | 36,4 | 1,13 | 2,8 | 5,8 |
| Восточно-Сибирское море | -7,03 | -43,2 | 52,3 | 2,86 | 6,9 | 11,9 |
| Чукотское море | -10,25 | -45,1 | 55,5 | -1,22 | -2,1 | 5,0 |
| Море Бофорта | -0,66 | -6,7 | 6,0 | -6,50 | -22,9 | 26,1 |
| Канадский (северная часть) | 0,86 | 11,0 | 13,6 | -1,00 | -5,0 | 5,4 |
| 70-85° с.ш. | 1,07 | 5,9 | 20,3 | 9,20 | 20,0 | 61,0 |
| Атлантический | 6,74 | 8,1 | 22,4 | -21,64 | -10,1 | 24,7 |
| Североевропейский | 11,70 | 32,9 | 73,9 | 6,94 | 7,6 | 25,3 |
| Западносибирский | 5,40 | 19,6 | 57,3 | 3,48 | 4,9 | 17,7 |
| Восточносибирский | 0,40 | 2,2 | 7,3 | 1,72 | 3,7 | 11,9 |
| Чукотский | -3,90 | -15,7 | 29,0 | -6,79 | -10,7 | 33,9 |
| Аляскинский | 1,99 | 10,3 | 15,5 | 2,22 | 4,5 | 7,5 |
| Канадский | 0,72 | 5,0 | 12,2 | -3,98 | -10,9 | 26,4 |
| 60-85° с.ш. | 3,35 | 10,5 | 43,0 | -2,29 | -2,8 | 12,9 |

Примечание. Первый столбец – значение линейного тренда в мм/10 лет;
Второй столбец – изменение сумм осадков в % от среднего за сезон значения за 77 лет;
Третий столбец – вклад тренда в полную дисперсию D, %;
Жирным шрифтом выделены статистически значимые на 5 % уровне значимости тренды.

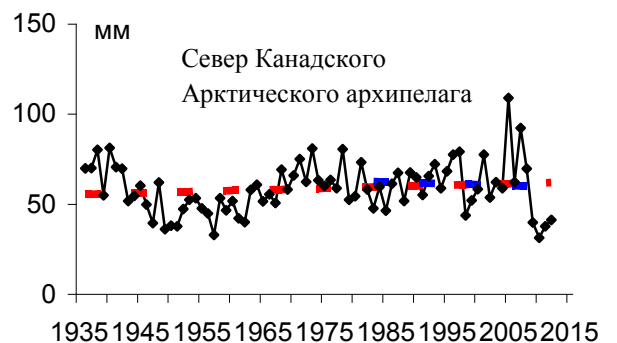
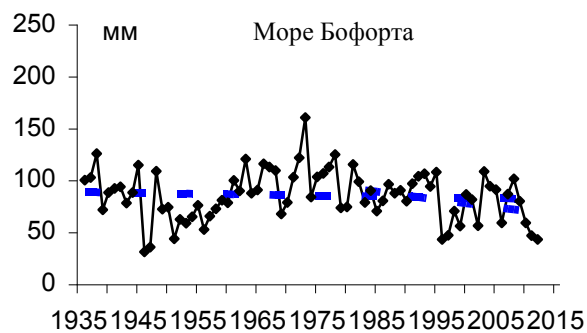
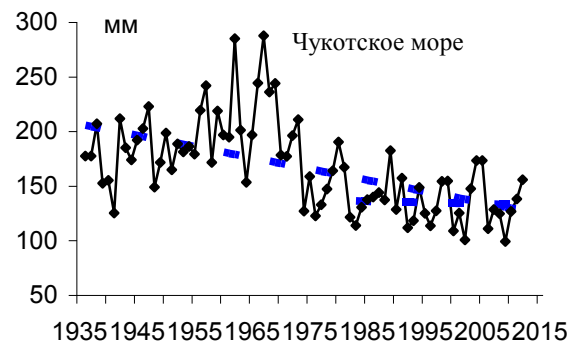
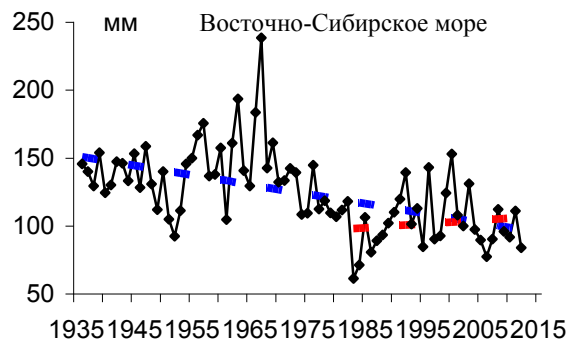
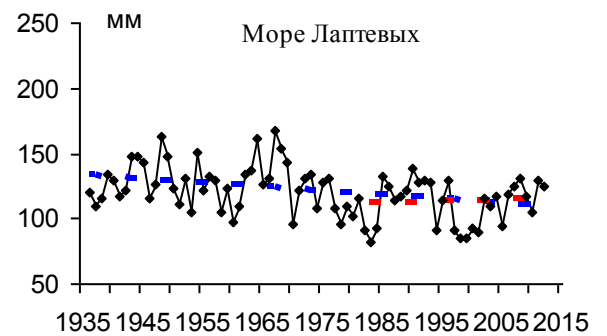
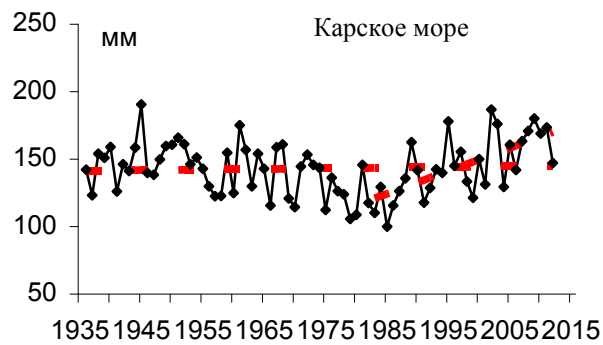
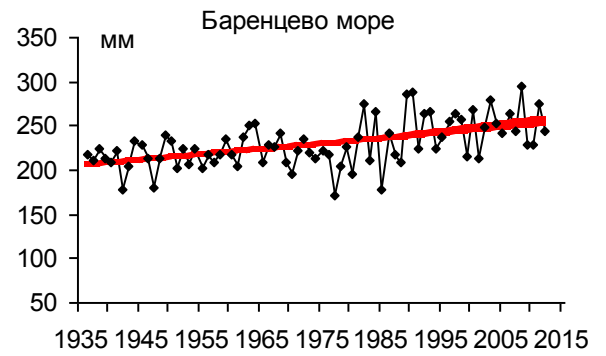
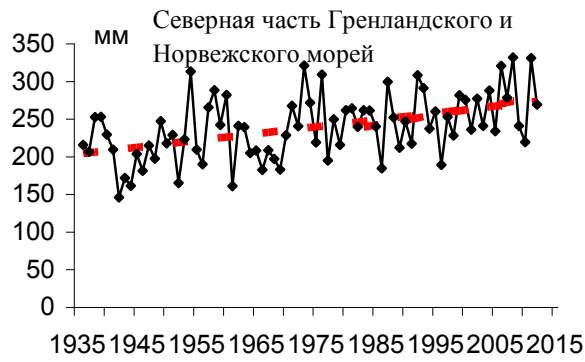


Рисунок 1.13 – Временные ряды сумм осадков холодного сезона, мм

2 Ледовые условия и процессы в Северном Ледовитом океане и его морях в апреле-июне 2012 года

2.1 Развитие ледовых условий за период апрель-июнь

Оценки особенностей развития ледовых условий в апреле-июне 2012 г. получены по данным государственной наблюдательской сети, центров приема спутниковой информации Росгидромета, данным экспедиционных исследований, проводимых в ГУ «ААНИИ» на дрейфующей станции «СП-39» и ряда 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). В графическом формате PNG совмещенные карты ААНИИ-КЛС-НЛЦ доступны по адресу <http://wdc.aari.ru/datasets/d0040>.

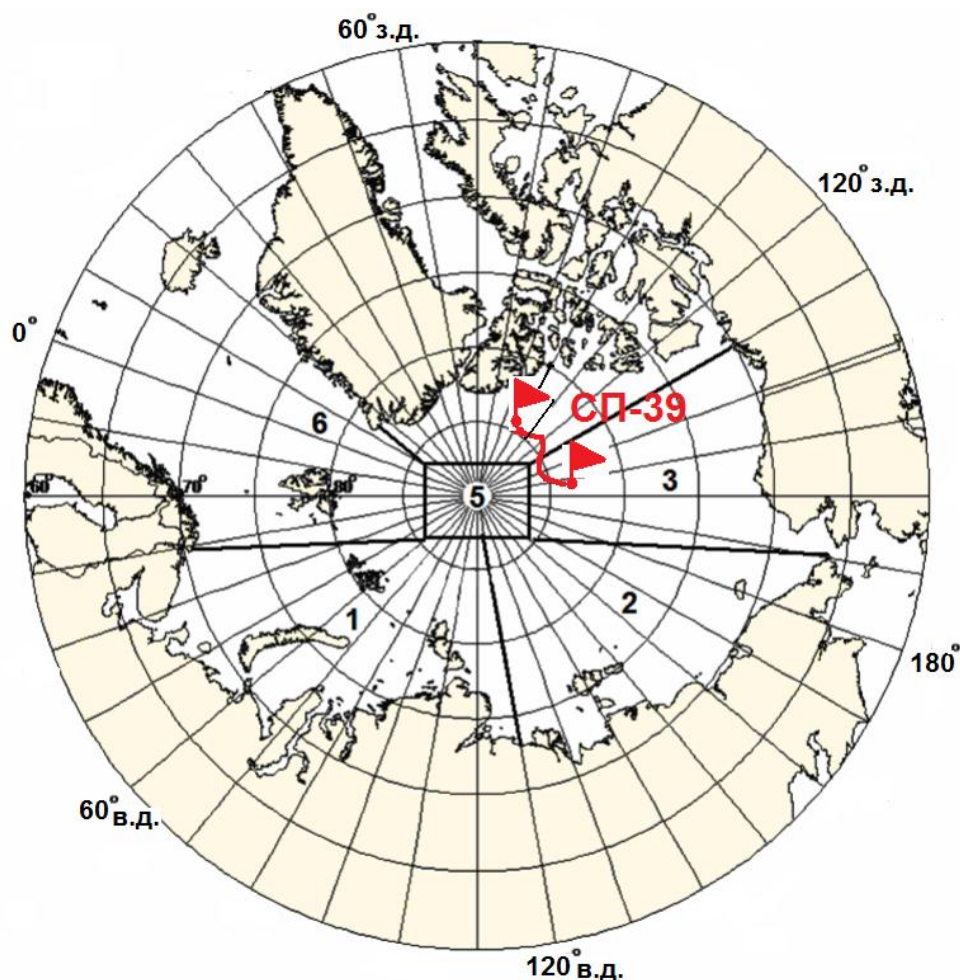
Для получения оценок ледовитости на основе данных спутниковых систем пассивного микроволнового зондирования SSMR-SSM/I-SSMIS в МЦД МЛ ААНИИ принята следующая технология расчетов:

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

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

Оценка квантилей распределения общей сплоченности 5% и 50% (медиана) выполнена на основе совмещенного месячного массива ледовых карт проекта ВМО "Глобальный Банк Цифровых Данных по Морскому Льду" за 1945-2004 гг. (включает данные ААНИИ за 1945-1992 гг., Балтийских ледовых служб за 1960-1979 гг., Национального ледового центра США за 1972-2004 гг., Канадской ледовой службы за 1968-1998 гг. и Японского метеорологического агентства за 1970-2006 гг.). Расчет среднемесячных значений общей сплоченности для 2012 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-аляскинский сектор; 4 канадский сектор; 5-приполюсный район; 6- гренландский сектор

Рис. 2.1. Районы Северного Ледовитого океана и дрейф «СП-39» в апреле-июне 2012 г.

Развитие ледовых условий в весенний период 2012 г. проходило на фоне адвекции теплых воздушных масс и положительных аномалии температуры воздуха в Арктике. Особенно большие выносы тепла и положительные аномалии температуры воздуха наблюдались в западном районе российского сектора Арктики, над Баренцевым и Карским морями. В российском и аляскинском секторах Арктики преобладали однолетние льды. Многолетние льды располагались преимущественно в части приполюсного района, канадском и гренландском секторах Арктики. Граница многолетних льдов практически совпадала с положением меридианов 0-180° .

Все первое полугодие 2012 г. наблюдалось устойчивое сокращение количества старых льдов в результате их выноса из океана и увеличения количества однолетних льдов в результате ледопродуктивности.

В весенний период интенсивность нарастания толщины льда была невелика в западном районе и больше среднемноголетней в восточном районе арктического сектора

Арктики, что при позднем начале ледообразования осенью привело к пониженной толщине льда в первом районе и повышенной во втором. Сформировавшиеся еще в первом квартале отрицательные аномалии толщины льда в морях Баренцевом, Карском и Лаптевых сохранились и во втором квартале. А в морях Восточно-Сибирском и Чукотском аномалии толщины льда к концу периода нарастания превысили среднемноголетние значения (рис. 2.2). Нарастание толщины льда в этих морях наблюдалось до середины мая.

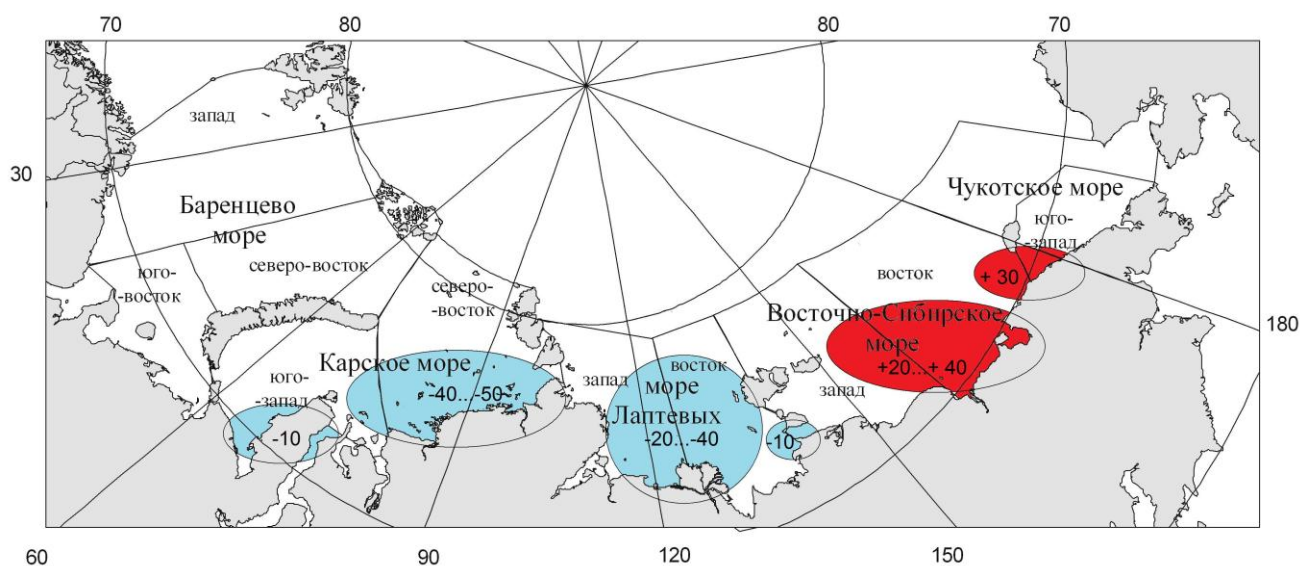


Рис. 2.2. Аномалии толщины льда в морях российских секторов Арктики по данным полярных станций на период максимального нарастания в 2012 г. (конец мая).

Измерения морфометрических характеристик льда на дрейфующей станции «СП-39» показали, что интенсивность толщины нарастания льда в весенний период 2012 года в высоких широтах была близка к среднемноголетним значениям. Рост толщины льда наблюдался до первой декады июня. За период с конца марта по первую декаду июня увеличение толщины льда составило 29 см (со 176 см до 205 см). Увеличение толщины льда происходило в среднем по 3,2 см за декаду, что для этого периода близко к среднемноголетним значениям. Уже со второй декады июня увеличение толщины ледяного покрова прекратилось.

Высота снежного покрова в весенний период 2012 года оказалась близкой к среднемноголетнему значению. По данным измерений наибольшая высота снега на начало июня составила 44 см при характерной среднемноголетней высоте снега в этом районе составляющей около 40 см.

В середине второй декады июня началось уменьшение толщины льда и очень быстрое уменьшение высоты снежного покрова. Таким образом, сроком начала таяния ледяного покрова в западном районе российского сектора Арктики на широте 84°с.ш. и на долготе

110°з.д. можно считать середину июня. Ход изменения толщины льда и высоты снежного покрова по данным прямых измерений на полигоне «СП-39» приведены на рис. 2.3.

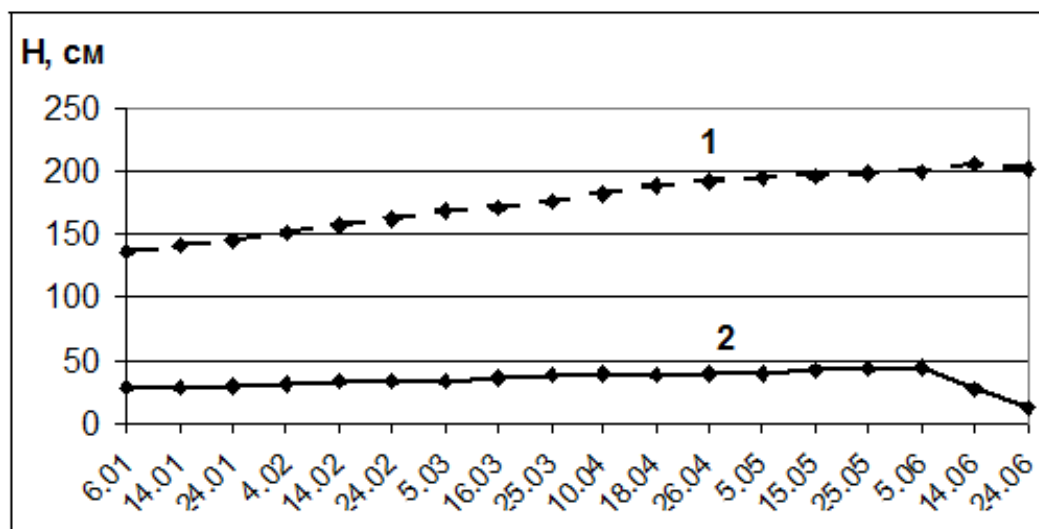


Рис. 2.3. Изменения толщины льда и высоты снежного покрова по данным прямых измерений на дрейфующей станции «СП-39».

Распределение ледяного покрова по сплоченности и по возрастным градациям на каждый месяц и поля среднемесячного дрейфа за период апрель-июнь 2012 г. приведены на рисунках 2.4-2.12.

Дрейф всего океанического ледяного массива хорошо прослеживается по характерным ледовым образованиям – распространению «языков» старых льдов у восточного побережья Гренландии и в море Бофорта, а также по дрейфу станции «СП-39».

В апреле распределение льдов по возрасту и положение границы старых льдов сохраняли ряд специфических черт, сформировавшихся в зимний период. В западном районе российского сектора Арктики (в Баренцевом и Карском морях) в течение апреля преобладали однолетние тонкие и средние льды льдов. В среднем, в конце периода нарастания преобладающей формой льда здесь обычно являются однолетние толстые льды. Преобладание однолетних средних льдов, вместо однолетних толстых, явилось следствием теплой зимы и более медленного нарастания толщины льда. Молодые льды (толщиной до 30 см) наблюдались в прикромочной зоне Баренцева моря, в юго-западной части Карского моря и в зонах заприпайных полыней в Карском море. В восточном районе российского сектора Арктики, в конце периода нарастания преобладали однолетние толстые льды.

Старые льды наблюдались только в канадском, гренландском секторах и части приполюсного района Арктики и полностью отсутствовали в российских арктических

морях (рис. 2.4).

В результате хорошо развитого Канадского антициклонического круговорота в аляскинском секторе Арктики наблюдался вынос обширного «языка» старых льдов, который прослеживался вдоль всего побережья. Интенсивный вынос льдов наблюдался также в проливе Фрама. Здесь, в результате развития трансарктического дрейфа льдов, наблюдался вынос однолетних и старых льдов, который хорошо прослеживался по «языку» льдов распространяющемуся вдоль восточного побережья Гренландии (рис. 4. 2.5).

В поле сплоченности ледяного покрова хорошо прослеживалась зона пониженной сплоченности в морях западного района российского сектора Арктики (зона, выделенная темно-синим цветом на рис. 2.6 б) и зоны повышенной сплоченности в Гренландском море и море Бофорта (зона, выделенная зеленым цветом на рис. 2.6 б), которые образовались в результате дрейфа льдов (рис. 2.6).

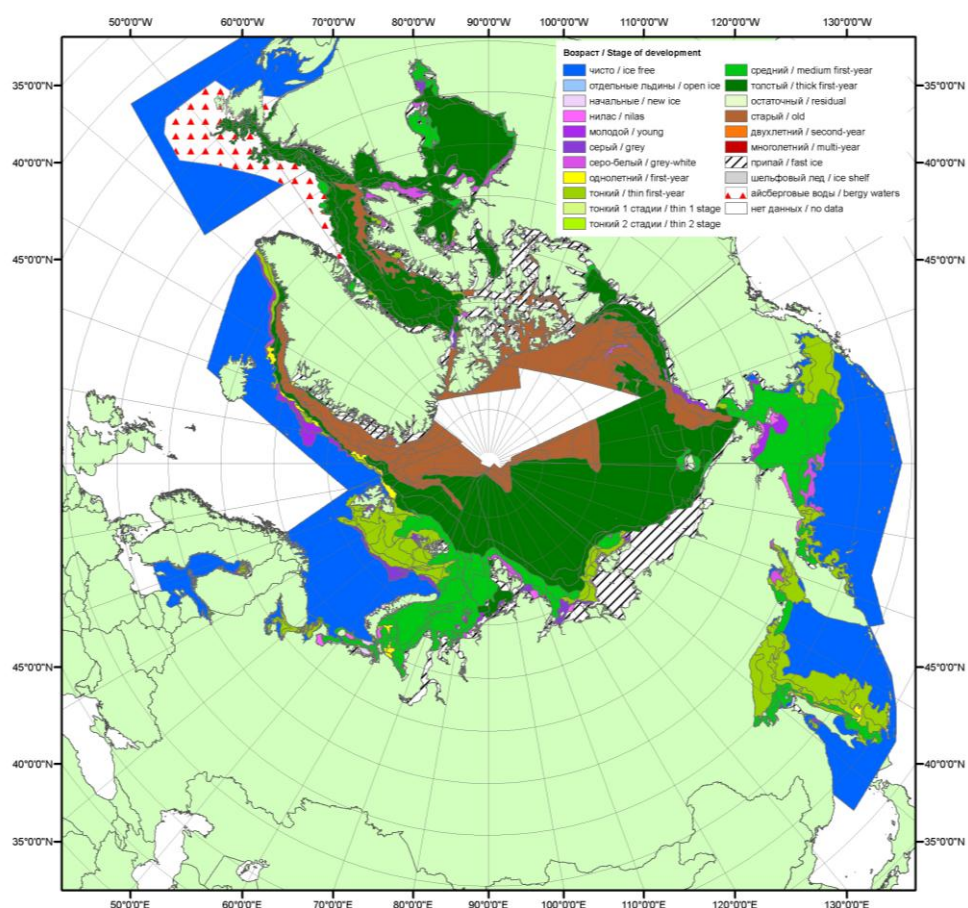
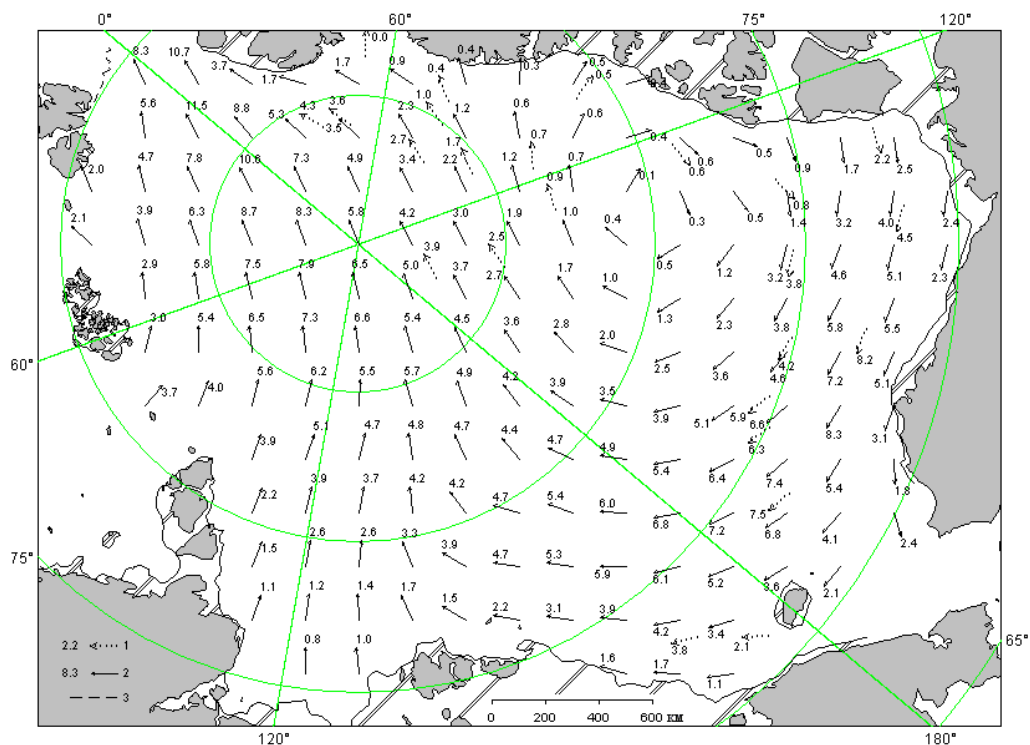
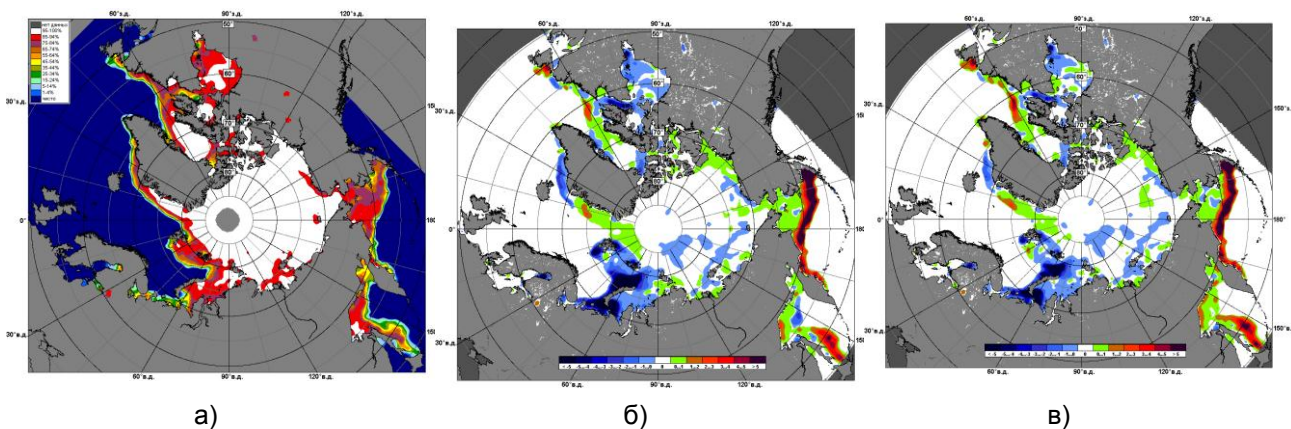


Рис. 2.4. Обзорная ледовая карта СЛЮ за 16 – 17.04.2012 г. на основе ледового анализа ААНИИ, Канадской ледовой службы и Национального ледового центра США.



1 – направление (стрелка) и скорость (0.2 км/сут) дрейфа автоматического буя; 2 – те же характеристики дрейфа льда, рассчитанные в узле сетки; 3 – кромка молодого льда
 Рис. 2.5. Поле скорости результирующего дрейфа льда за апрель 2012 г.



а) б) в)
 Рис. 2.6. Медианные распределения сплоченности льда в апреле 2012 г. (а) и её разности относительно медианного распределения за те же месяца за периоды 1979-2012 (б) и 2001-2012 гг. (в) на основе расчетов по данным SSMR-SSM/I-SSMIS.

В конце мая, который считается периодом максимального развития ледяного покрова, в структурном составе льдов всего бассейна Северного Ледовитого океана преобладали однолетние льды, которые составляли около 65% от общего количества льда. Около 35% от общего количества льда составляли старые льды. Небольшое количество молодых льдов наблюдалось в прикромочных областях морей западного района российского и гренландского секторов Арктики (в морях Баренцевом и Гренландском) и заприпайных полыньях.

Однолетние льды занимали весь российский сектор Арктики и более половины приполюсного района и аляскинского сектора. Старые льды наблюдались преимущественно в канадском, гренландском секторах Арктики и частично в приполюсном районе (рис. 2.7).

В поле дрейфа наблюдалось развитие Трансарктического переноса, охватившего выносом льда все моря российского сектора Арктики, кроме Чукотского, и направленного в пролив Фрама. Канадский антициклонический круговорот, как структура поля дрейфа полностью отсутствовал, но наблюдался мощный дрейф льда вдоль побережья северной Америки и Аляски и выносящий льды из моря Бофорта в Чукотское море (рис. 2.8).

Принципиального изменения в распределении льдов в мае по сравнению с апрелем не наблюдалось. Однако, в мае в результате действия воздушных переносов южных, юго-западных направлений и адвекции тепла в западном районе российского сектора Арктики наблюдалось значительное сокращение ледовитости в Гренландском, Баренцевом и юго-западной части Карского морей. В этих районах сформировались крупные отрицательные аномалии сплоченности льда (зоны, выделенные темно-синим цветом на рис. 2.9 б).

Развитие припая в российских арктических морях в течение весенних месяцев проходило с различной интенсивностью для морей западного и восточного района Арктики. Если в морях Баренцевом и Карском площадь припая была значительно меньше среднемноголетнего значения, то в восточном районе российского сектора Арктики, в морях Лаптевых, Восточно-Сибирском и Чукотском, развитие припая приблизилось к среднемноголетним значениям. Площадь припая в этих морях значительно увеличилась, хотя оставалась меньше среднемноголетней.

Во втором квартале сохранялась тенденция, наметившаяся в зимние месяцы 2012 г. – пониженная площадь припая и увеличенная площадь заприпайных полыней. В середине мая суммарная площадь припая в российских арктических морях составила 538 тыс. кв. км при норме 611 тыс. кв. км, или на 25% меньше среднемноголетних значений (в первом квартале на 28% меньше среднемноголетних значений).

Развитие заприпайных полыней в этих морях, наоборот превысило среднемноголетние значения. В середине мая, при среднемноголетней площади заприпайных полыней в 128 тыс. кв. км, наблюдаемое развитие полыней составило 189 тыс. кв. км, что на 47% больше среднемноголетних значений.

Крупные заприпайные полыньи наблюдались в морях западного района российского сектора Арктики. В результате выносного характера дрейфа в этих морях образовались обширные заприпайные зоны чистой воды, которые послужили очагами интенсивного теплонакопления.

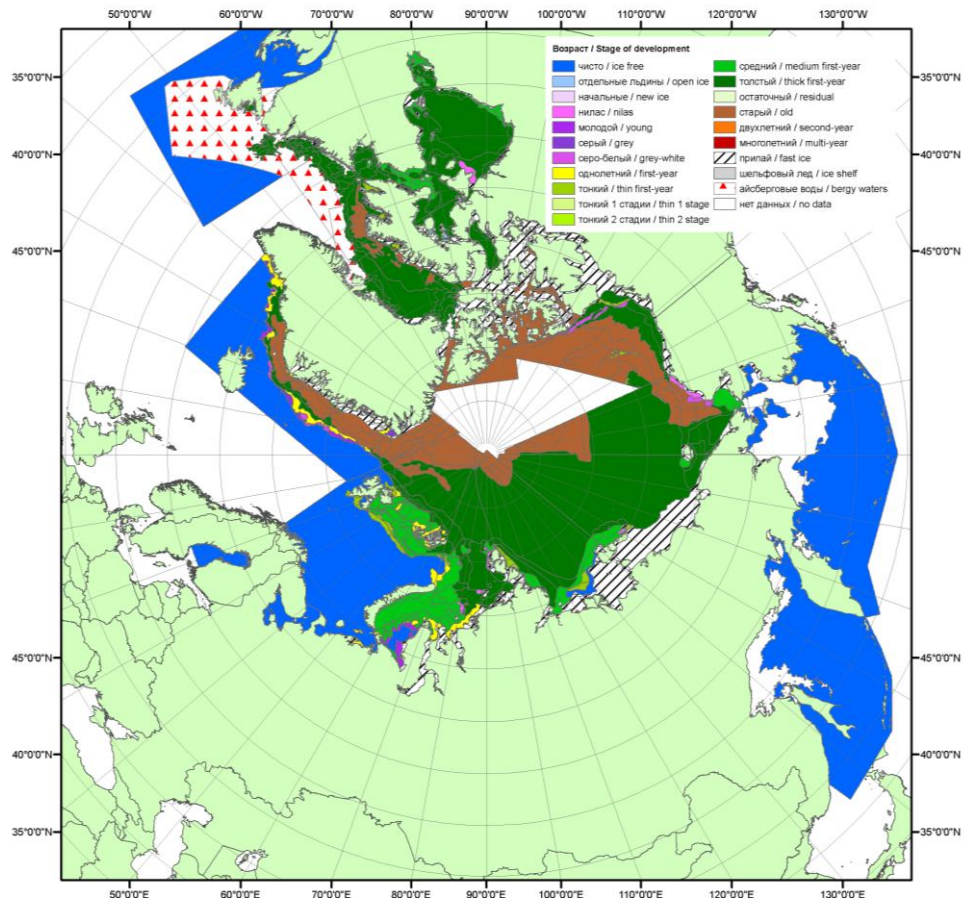
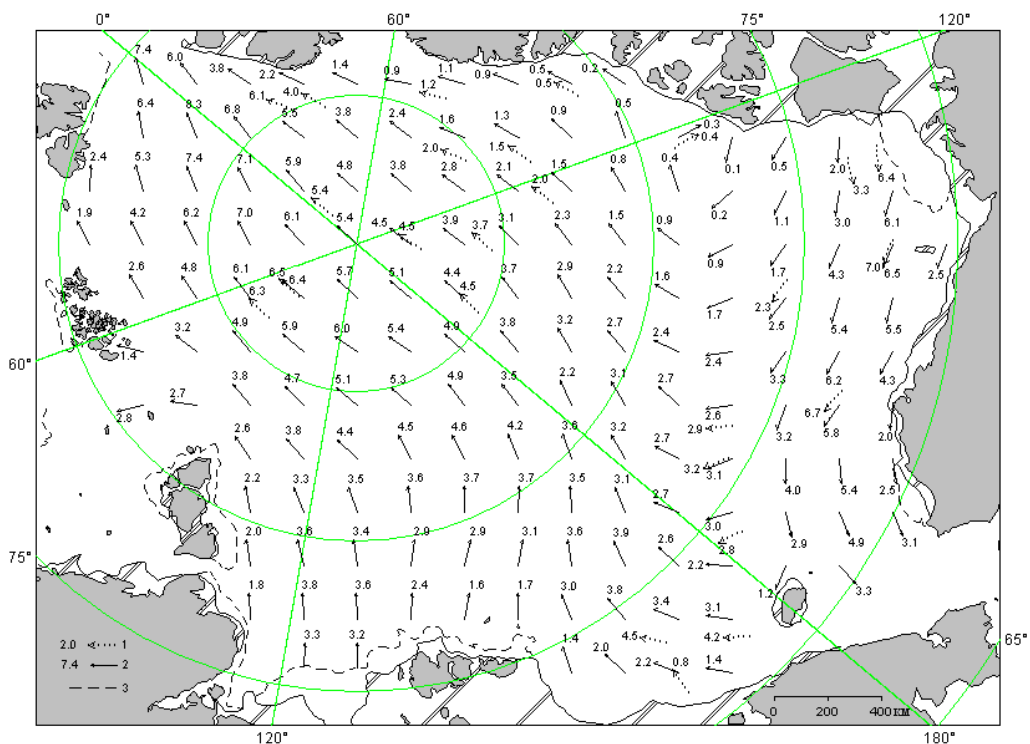


Рис. 2.7. Обзорная ледовая карта СЛО за 15-16.05.2012 г. на основе ледового анализа ААНИИ, Канадской ледовой службы и Национального ледового центра США.



(1 – направление (стрелка) и скорость (1.7 км/сут) дрейфа автоматического буя; 2 – те же характеристики дрейфа льда, рассчитанные в узле сетки; 3 – кромка льда)

Рис. 2.8. Поле скорости результирующего дрейфа льда за май 2012 г.

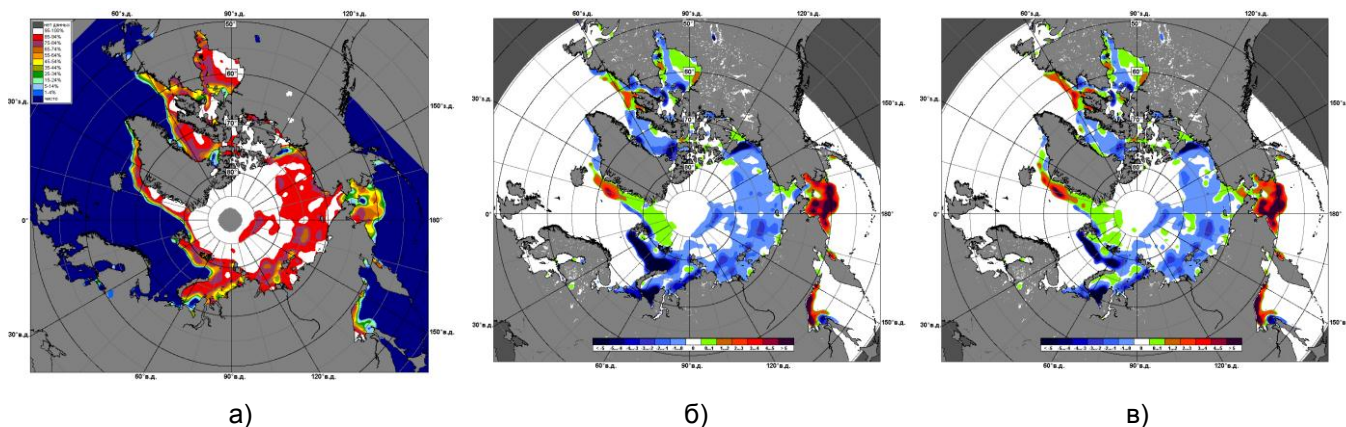


Рис. 2.9. Медианные распределения сплоченности льда в мае 2012 г. (а) и её разности относительно медианного распределения за те же месяца за периоды 1979-2012 (б) и 2001-2012 гг. (в) на основе расчетов по данным SSMR-SSM/I-SSMIS.

В июне началось чрезвычайно быстрое очищение морей западного района российского сектора Арктики – Баренцева, Карского и Лаптевых и моря Бофорта. В этих морях сформировались крупные положительные аномалии ледовитости. В Баренцевом и Карском морях сформировавшиеся аномалии можно было отнести к разряду экстремальных. Очищение в первую очередь было связано с интенсивным дрейфом выносного характера из этих морей, адвекции тепла в эти районы, постоянного наличия заприпайных полыней и последующего развития тепловых процессов таяния и разрушения льда (рис. 2.10).

Поле дрейфа ледяного покрова в июне представляло собой достаточно сложную картину, состоящую из двух круговоротов – Канадского антициклонического и циклонического с центром расположенным над северной частью Восточно-Сибирского моря. От острова Врангеля вдоль меридианов 0° – 180° расположился стрежень Трансарктического потока, в который были вовлечены льды из морей Восточно-Сибирского, Чукотского и Бофорта, что привело к образованию полыней и разрежений в этих морях.

В результате выносного характера дрейфа и адвекции тепла в морях российского сектора Арктики и море Бофорта начали формироваться отрицательные аномалии ледовитости. В поле сплоченности ледяного покрова сформировались крупные отрицательные аномалии сплоченности (зоны, выделенные темно-синим цветом на рис. 2.12 б). Зоны положительной аномалии сплоченности (зоны, выделенные зеленым цветом на рис. 2.12 б) сформировались в зоне выноса ледяного покрова из СЛЮ.

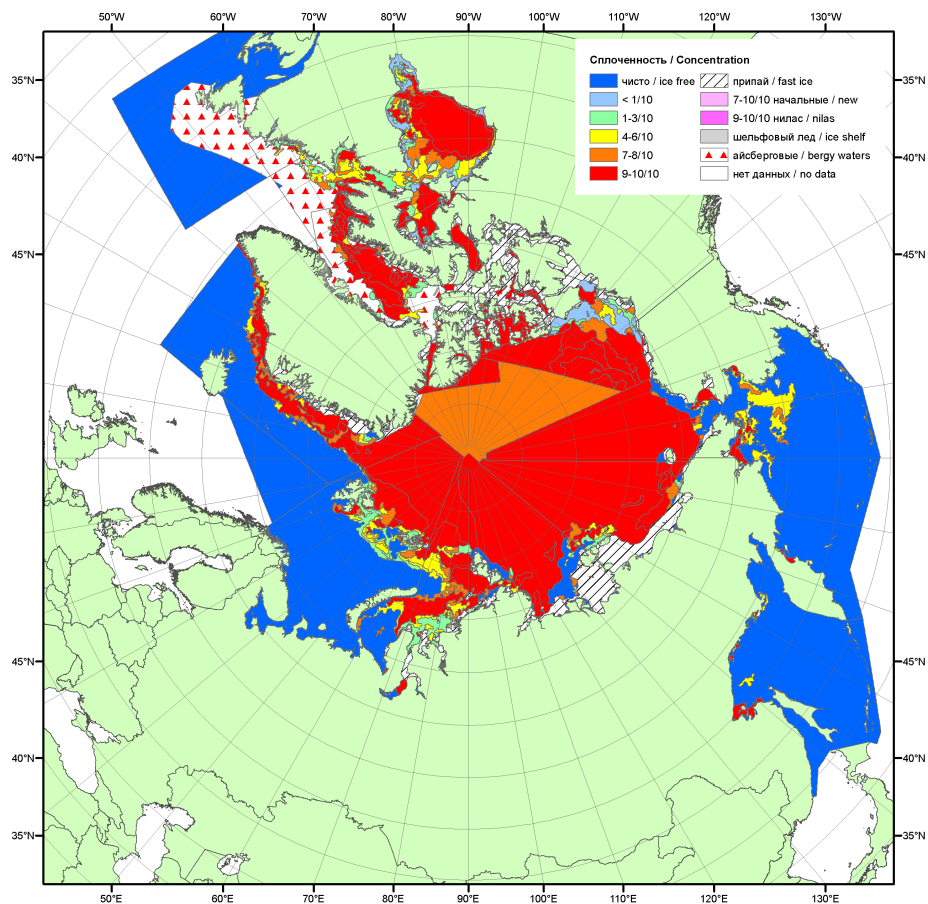
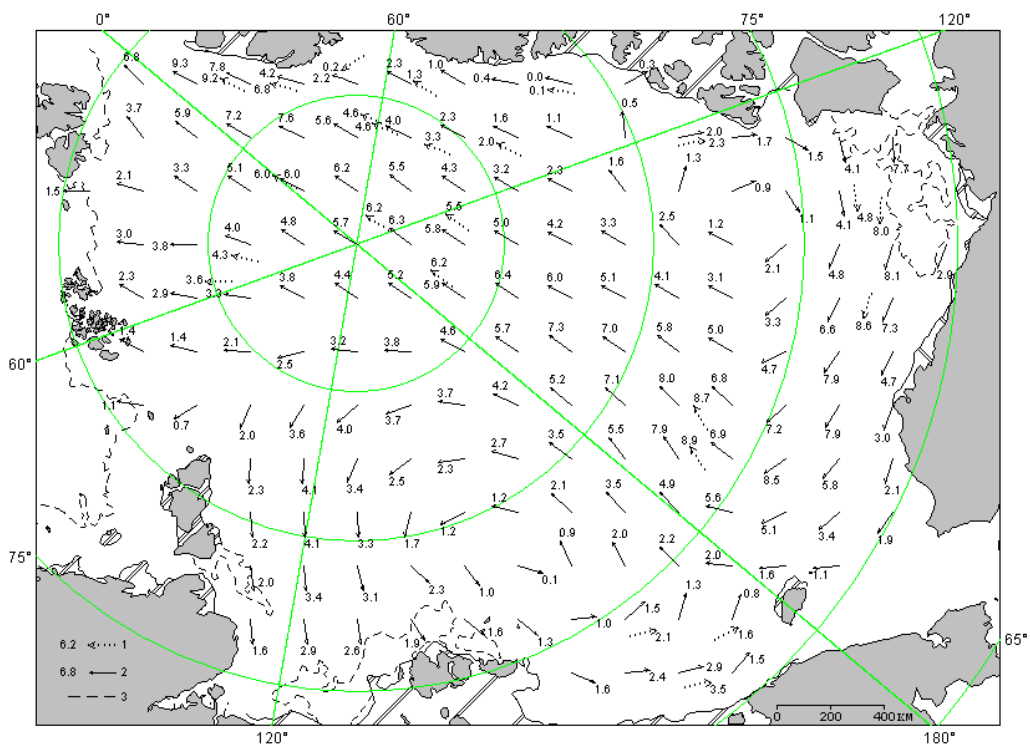


Рис. 2.10. Обзорная ледовая карта СЛО за 11-13.06.2011 г. на основе ледового анализа ААНИИ, Канадской ледовой службы и Национального ледового центра США.



(1 – направление (стрелка) и скорость (2.3 км/сут) дрейфа автоматического буя; 2 – те же характеристики дрейфа льда, рассчитанные в узле сетки; 3 – кромка льда)

Рис. 2.11. Поле скорости результирующего дрейфа льда за июнь 2012 г.

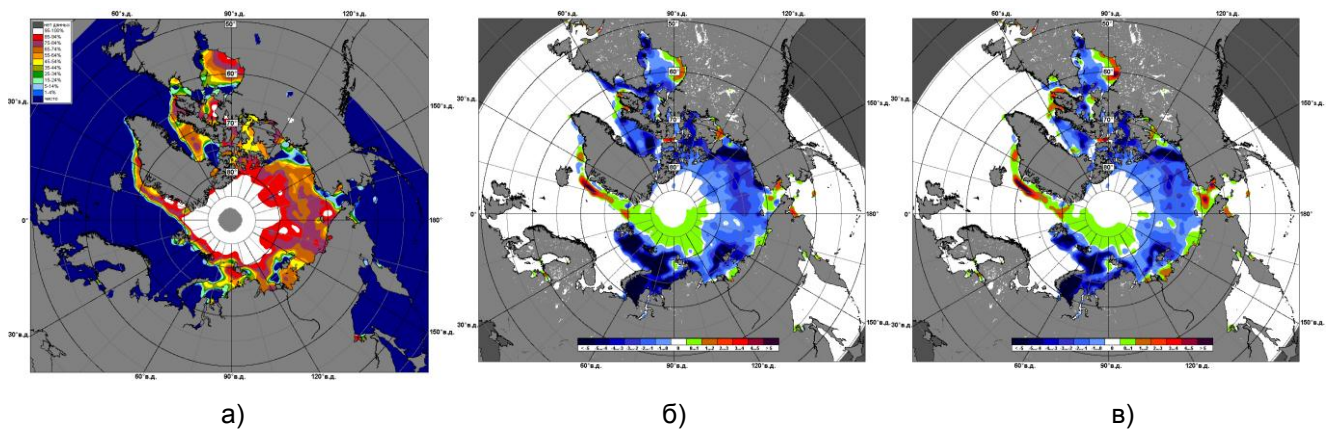


Рис. 2.12. Медианные распределения сплоченности льда в июне 2012 г. (а) и её разности относительно медианного распределения за те же месяца за периоды 1979-2012 (б) и 2001-2012 гг. (в) на основе расчетов по данным SSMR-SSM/I-SSMIS.

Дрейф станции «СП-39» во втором квартале 2012 г. был достаточно слабым и составил около 2,9 км в сутки в генеральном направлении на восток, поскольку станция попала на периферию трансарктического потока (рисунок 2.13).

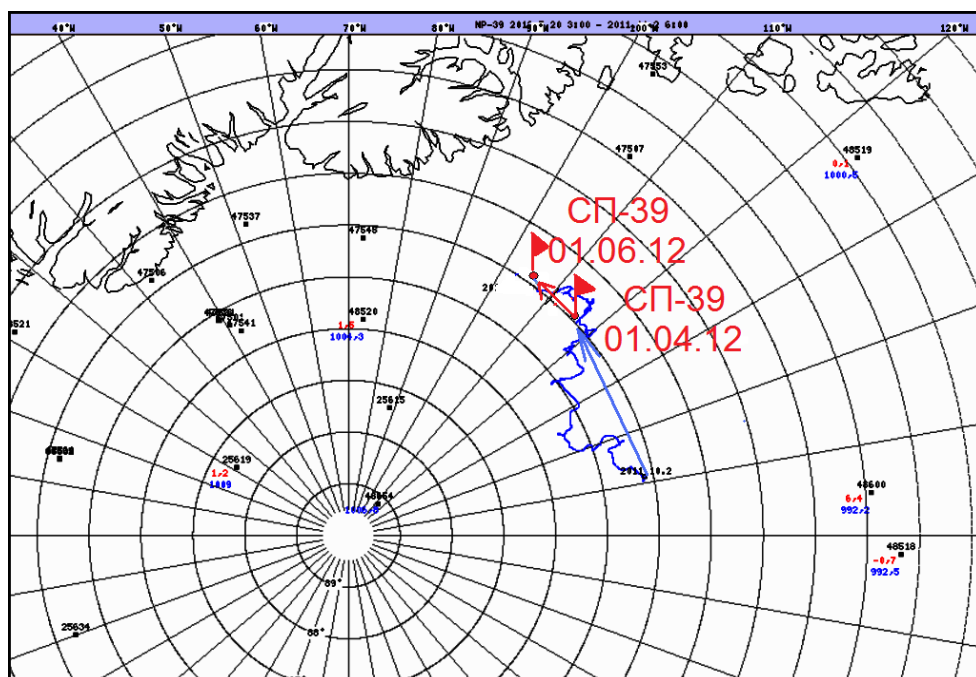


Рис. 2.13. Генеральный дрейф дрейфующей станции «СП-39» в апреле- июне.

Общее количество льдов в Северном Ледовитом океане по оценкам, выполненным в отделе ледового режима и прогнозов ФБГУ «АНИИ», во втором квартале года оказалось в среднем на 8 % меньше среднесуточного значения за счет малой ледовитости морей западного района российских секторов Арктики – Гренландского, Баренцева и Карского морей (рис. 2.14, табл. 2.1).

Таблица 2.1

Медианные значения ледовитости в Северном Ледовитом океане в июне 2012 г. и её аномалии по данным наблюдений SSMR-SSM/I, алгоритм NASATEAM

| Район, моря | S, млн. км ² | Аномалии, тыс. км ² | | |
|--|-------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|
| | | от 2011 гг. | от 2002-2012 гг. | от 1979-2012 гг. |
| Северная полярная область | 10919,1 | 87,0 | -320,6 | -914,1 |
| Сектор 45°W-95°E (Гренландское - Карское моря) | 2364,7 | -157,6 | -377,8 | -664,5 |
| Сектор 95°E-170°W (моря Лаптевых-Чукотское, Берингово, Охотское) | 3494,2 | 231,8 | 93,9 | 28,9 |
| Сектор 170°W-45°W (море Бофорта и Канадская Арктика) | 5060,1 | 12,7 | -36,7 | -278,5 |

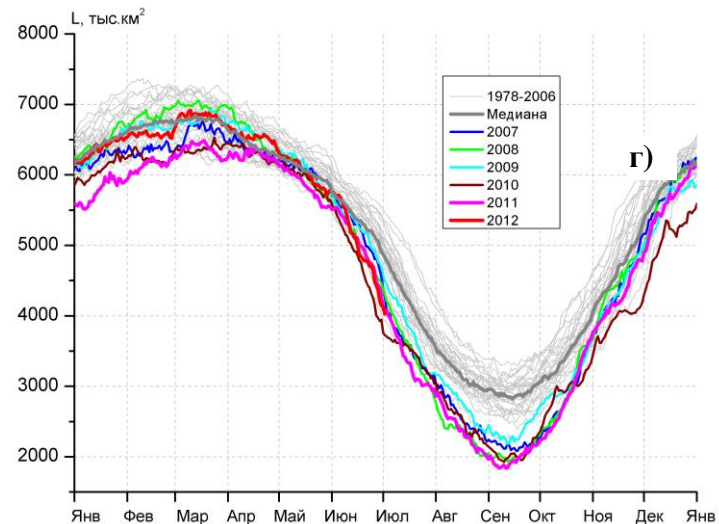
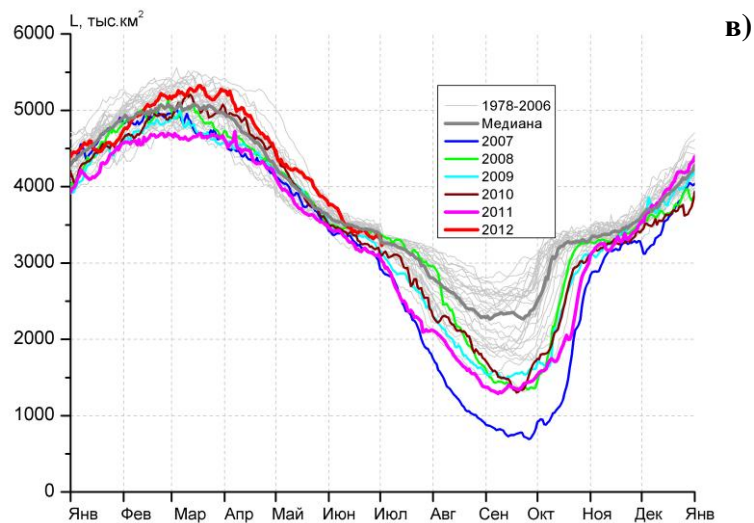
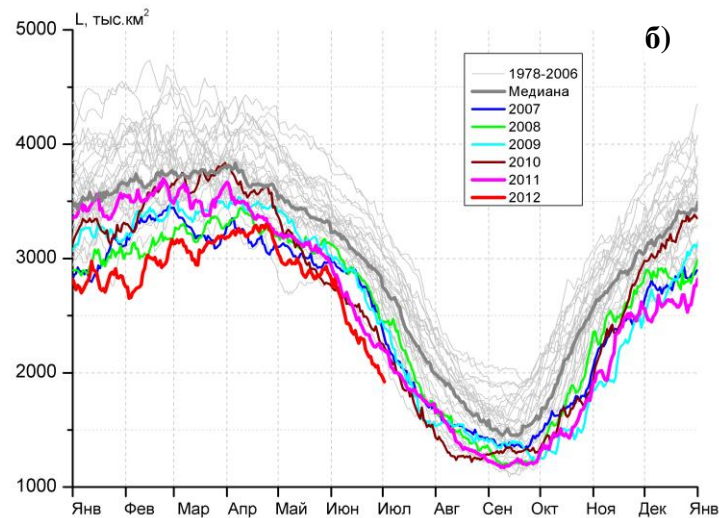
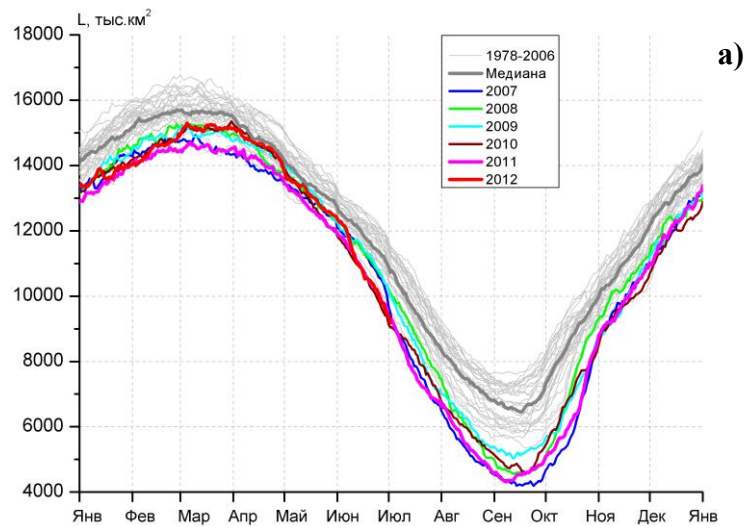


Рис. 2.14. Ежедневные оценки сезонного хода ледовитости: а) - для Северной полярной области и меридиональных секторов б) - $45^{\circ}\text{W}-95^{\circ}\text{E}$ (Гренландское – Карское моря), в) - $95^{\circ}\text{E}-170^{\circ}\text{W}$ (моря Лаптевых – Чукотское и Берингово, Охотское) и г) - $170^{\circ}\text{W}-45^{\circ}\text{W}$ (море Бофорта и Канадская Арктика) за период за период 26.10.1978 - 01.07.2012 по годам на основе расчетов по данным SSMR-SSM/I-SSMIS, алгоритм NASATEAM.

2.2 Ледовые процессы в устьевых участках рек за период апрель-июнь

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

Карское море

Наибольшее нарастание толщины льда на устьевых участках рек бассейна Карского моря наблюдалось на устьевых участках рек Обь и Таз в январе и феврале, на устьевом участке реки Енисей в п. Игарка – в феврале и апреле, в п. Дудинка и Караул – в марте.

В апреле на устьевом участке реки Енисей продолжалось нарастание льда, в то время как на устьевом участке реки Таз уже отмечалось его таяние.

В таблице 2.2 приведены данные о наблюдаемой толщине льда и интенсивности его нарастания за месяц с января по апрель.

Таблица 2.2

Толщина льда и интенсивность его нарастания от месяца к месяцу в 2012 г. на устьевых участках рек бассейна Карского моря

| Река-пункт | 31 января | 28 февраля | 31 марта | 30 апреля | 31 января | 28 февраля | 31 марта | 30 апреля |
|-----------------|------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|
| | Толщина льда, см | Нарастание за месяц, см | Толщина льда, см | Нарастание за месяц, см | Толщина льда, см | Нарастание за месяц, см | Толщина льда, см | Нарастание за месяц, см |
| Обь-Салехард | 65 | 11 | 77 | 12 | 86 | 9 | 86 (25 апр.) | 0 |
| Таз-Тазовское | 71 | 17 | 84 | 13 | 88 | 4 | 78 | -10 |
| Енисей-Игарка | 39 | 4 | 56 | 17 | 55 | -1 | 75 | 20 |
| Енисей-Дудинка | 69 | 10 | 79 | 10 | 93 | 14 | 99 | 6 |
| Енисей - Караул | 73 | 5 | 80 | 7 | 88 | 8 | 90 | 2 |

В таблице 2.3 приведены аномалии толщин льда в апреле, т. е. в период близкий к максимальному нарастанию льда.

Толщина льда в апреле на всех устьевых участках рек бассейна Карского моря оказалась меньше средних многолетних величин (до 59 см в п. Тазовское).

Высота снега на льду в конце апреля в рассматриваемых пунктах наблюдалась от 26-35 см в п. Салехард и п. Игарка до 36-50 см в остальных наблюдательных пунктах.

Таблица 2.3

Толщины льда в апреле, см

| Река | Пункт | Толщина льда на конец апреля, см | | |
|---|-----------|----------------------------------|----------|----------|
| | | 2012 г. | Средняя* | Аномалия |
| Обь | Салехард | 86 (25 апр.) | 102 | -16 |
| Таз | Тазовское | 78 | 137 | -59 |
| Енисей | Игарка | 75 | 97 | -22 |
| | Дудинка | 99 | 131 | -32 |
| | Караул | 90 | 137 | -47 |
| * средние толщины льда подсчитаны за весь период наблюдений | | | | |

Признаком разрушения льда весной является образование закраин. В 2012 г. на устьевых участках рек бассейна Карского моря закраины появились: на устьевом участке реки Оби – в первую декаду мая, на устьевом участке реки Енисее – во вторую декаду мая, на устьевом участке реки Таз – в третью декаду мая.

В таблице 2.4 приведены сроки начала весеннего ледохода и очищения ото льда, а также их аномалии по отношению к средним многолетним датам.

Таблица 2.4

Сроки вскрытия рек

| Река | Пункт | Даты начала ледохода | | | Даты очищения ото льда | | |
|--------|-----------|----------------------|---------|-----------------|------------------------|---------|-----------------|
| | | 2012 г. | Средняя | Аномалия, сутки | 2012 г. | Средняя | Аномалия, сутки |
| Обь | Салехард | 18.05 | 26.05 | -8 | 23.05 | 01.06 | -9 |
| Таз | Тазовское | 05.06 | 11.06 | -6 | 06.06 | 15.06 | -9 |
| Енисей | Игарка | 21.05 | 28.05 | -7 | 12.06 | 8.06 | +4 |
| | Дудинка | 03.06 | 04.06 | -1 | 09.06 | 11.06 | -2 |
| | Караул | 07.06 | 09.06 | -2 | 13.06 | 16.06 | -3 |

Первая подвижка льда была отмечена на устьевом участке реки Оби 16 мая, на устьевом участке реки Енисей - с 31 мая по 4 июня. Заторы льда наблюдателями отмечались ниже поста Игарка (р. Енисей) с 21 по 29 мая.

Весенний ледоход начался на устьевых участках рек Оби и Таз на 6-8 дней раньше

нормы, на устьевом участке реки Енисея - на 1-7 дней раньше нормы. Продолжительность весеннего ледохода на устьевых участках рек составила от 1 дня на устьевом участке реки Таз до 22 дней в районе п. Игарка на реке Енисее.

Очищение ото льда устьевых участков рек бассейна Карского моря произошло на 9 дней раньше средних многолетних сроков на устьевых участках рек Обь и Таз. На устьевом участке реки Енисея очищение происходило: на 2-3 дня раньше нормы в районе п. Дудинка и п. Караул и на 4 дня позже нормы в районе п. Игарка.

Процесс вскрытия устьевых взморий крупных рек, впадающих в Карское море, охарактеризован на основе анализа данных наблюдений стационарной сети. На устьевом взморье реки Обь в настоящее время работает полярная станция, расположенная в бухте Новый Порт, на устьевом взморье реки Енисей – полярная станция Сопочная Карга.

В таблице 2.5 приведены сроки взлома припая и очищения ото льда, наблюдаемые на полярных станциях.

Таким образом, взлом припая устьевых взморий рек Обь и Енисей наблюдались на 6-11 дней раньше средних многолетних сроков, а очищение ото льда – на 6–17 дней раньше нормы.

Таблица 2.5

Сроки вскрытия устьевых взморий рек бассейна Карского моря по данным стационарной сети в 2012г.

| Устьевое взморье | Пункт | Ледовая фаза | Дата | | |
|------------------|----------------|-------------------|---------|---------|-----------------|
| | | | 2012 г. | Средняя | Аномалия, сутки |
| Обская губа | Новый Порт | Взлом припая | 09.06 | 20.06 | -11 |
| Обская губа | Новый Порт | Очищение ото льда | 14.06 | 1.07 | -17 |
| Енисейский залив | Сопочная Карга | Взлом припая | 15.06 | 21.06 | -6 |
| Енисейский залив | Сопочная Карга | Очищение ото льда | 18.06 | 24.06 | -6 |

Море Лаптевых

Наибольшее нарастание толщины льда на устьевых участках рек бассейна моря Лаптевых наблюдалось преимущественно в январе, за исключение пункта Тюмети, где наибольшее нарастание было отмечено в феврале. В апреле во всех пунктах отмечалось продолжение нарастания льда. Уменьшение толщины льда в п. Хатанга за февраль при низких среднесуточных температурах воздуха, вероятно, следует объяснять либо сменой места наблюдения, либо ошибкой наблюдателя.

В таблице 2.6 приведены данные о наблюдаемой толщине льда и интенсивности его нарастания за месяц с января по апрель.

**Толщина льда и интенсивность его нарастания от месяца к месяцу в 2012 г. на
устьевых участках рек бассейна моря Лаптевых**

| Река-пункт | 31 января | | 28 февраля | | 31 марта | | 30 апреля | |
|--------------------|------------------|------------------------|------------------|------------------------|------------------|------------------------|------------------|------------------------|
| | Толщина льда, см | Наращение за месяц, см | Толщина льда, см | Наращение за месяц, см | Толщина льда, см | Наращение за месяц, см | Толщина льда, см | Наращение за месяц, см |
| Хатанга-Хатанга | 110 | 9 | 103 | -7 | 110 | 7 | 118 | 8 |
| Оленек-Тюмети | 81 | 10 | 94 | 13 | 97 | 3 | 100 | 3 |
| Оленек-Усть-Оленек | 105 | 28 | 127 | 22 | 144 | 17 | 149 | 5 |
| Лена-Кюсюр | 100 | 18 | 116 | 16 | 130 | 14 | 138 | 8 |
| Лена-Хабарово | 167 | 47 | 186 | 19 | 205 | 19 | 218 | 13 |
| Яна-Юбилейна | 89 | 16 | 99 | 10 | 117 | 18 | 131 | 14 |

Толщина льда в конце апреля на устьевых участках рек бассейна моря Лаптевых повсеместно наблюдалась меньше нормы от 7 см (п. Хабарово) до 42 см (п. Усть-Оленек).

В конце апреля высота снега на льду в рассматриваемых пунктах наблюдалась различная: от 5-10 см в районе п. Хабарово (река Лена) до 36-50 см в пунктах Хатанга (река Хатанга), Тюмети (река Оленек) и Юбилейная (река Яна).

В таблице 2.7 приведены аномалии толщины льда на конец апреля, т.е. в период, близкий к максимальному нарастанию льда.

Таблица 2.7

Толщины льда на конец апреля

| Река | Пункт | Толщина льда на конец апреля, см | | |
|---------|-------------|----------------------------------|---------|----------|
| | | 2012 г. | Средняя | Аномалия |
| Хатанга | Хатанга | 118 | 151 | -33 |
| Оленек | Тюмети | 100 | 138 | -38 |
| | Усть-Оленек | 149 | 191 | -42 |
| Лена | Кюсюр | 138 | 175 | -37 |
| | Хабарово | 218 | 225 | -7 |
| Яна | Юбилейная | 131 | 152 | -21 |

В таблице 2.8 приведены сроки вскрытия устьевых участков рек Оленек, Лена и Яна и их аномалии по отношению к средним многолетним значениям.

В 2012 г. на устьевых участках рек бассейна моря Лаптевых закраины появились во второй и третьей декадах мая. На устьевых участках рек Хатанги, Оленек, Лены и Яны весенний ледоход начался на 8-13 дней раньше средних многолетних сроков.

Процесс вскрытия на устьевых участках крупных рек бассейна моря Лаптевых сопровождался образованием заторов.

Продолжительность весеннего ледохода на устьевом участке реки Хатанги составляет 10 дней, реки Оленек – 1-5 дней, на устьевом участке реки Лены – 8-10 дней, на устьевом участке реки Яны - 11 дней.

Очищение ото льда устьевых участков рек Оленек, Лены и Яны произошло на 8-15 дней раньше средних многолетних значений. На устьевом участке реки Хатанги очищение ото льда произошло на 3 дня раньше нормы.

Таблица 2.8

Сроки вскрытия рек

| Река | Пункт | Даты начала ледохода | | | Дата очищения ото льда | | |
|---------|-------------|----------------------|---------|-----------------|------------------------|---------|-----------------|
| | | 2012 г. | Средняя | Аномалия, сутки | 2012 г. | Средняя | Аномалия, сутки |
| Хатанга | Хатанга | 04.06 | 12.06 | -8 | 14.06 | 17.06 | -3 |
| Оленек | Тюмети | 25.05 | 02.06 | -8 | 30.05 | 13.06 | -14 |
| | Усть-Оленек | 05.06 | 17.06 | -12 | 06.06 | 21.06 | -15 |
| Лена | Кюсюр | 24.05 | 01.06 | -8 | 01.06 | 11.06 | -10 |
| | Хабарово | 28.05 | 07.06 | -10 | 07.06 | 15.06 | -8 |
| Яна | Юбилейная | 17.05 | 30.05 | -13 | 28.05 | 6.06 | -9 |

Восточно-Сибирского моря

В таблице 2.9 приведены данные о наблюдаемой толщине льда и о его нарастании за месяц с января по апрель 2012 г. на устьевых участках рек бассейна Восточно-Сибирского моря.

В таблице 2.10 приведены толщины льда и их аномалии на конец апреля, т.е. в период, близкий к максимальному нарастанию льда.

Толщины льда в конце апреля 2012 г. на устьевых участках рек Индигирка и Колыма в районе Колымской наблюдались меньше нормы на 15-45 см.

Высота снега на льду в конце апреля в п. Колымское составляла 26-35 см. В п. Чокурдах снег на льду в это время отсутствовал.

Таблица 2.9

**Толщина льда и интенсивность его нарастания от месяца к месяцу в 2012 г. на
устьевых участках рек бассейна Восточно-Сибирского моря**

| Река-пункт | 31 января | | 28 февраля | | 31 марта | | 30 апреля | |
|--------------------|------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|
| | Толщина льда, см | Нарастание за месяц, см | Толщина льда, см | Нарастание за месяц, см | Толщина льда, см | Нарастание за месяц, см | Толщина льда, см | Нарастание за месяц, см |
| Индигирка-Чокурдах | 100 | 12 | 106 | 6 | 124 | 18 | 122 | -2 |
| Колыма-Колымская | 76 | 15 | 96 | 20 | 113 | 17 | 125 | 12 |

Таблица 2.10

Толщины льда на конец апреля

| Река | Пункт | Толщина льда на конец апреля, см | | |
|-----------|-----------|----------------------------------|---------|----------|
| | | 2012 г. | Средняя | Аномалия |
| Индигирка | Чокурдах | 122 | 167 | -45 |
| Колыма | Колымская | 125 | 140 | -15 |

В таблице 2.11 приведены сроки вскрытия устьевых участков рек бассейна Восточно-Сибирского моря Индигирка и Колыма.

Закраины на устьевых участках рек бассейна Восточно-Сибирского моря появились 22-24 мая. Весенний ледоход начался на 3-6 дней позже нормы. Продолжительность весеннего ледохода на устьевом участке реки Индигирки составила 1 день, а на устьевом участке реки Колымы – 3-6 дней.

Заторы льда как выше, так и ниже поста были отмечены на реке Колыме в районе п. Колымского с 25 по 27 мая.

Очищение ото льда устьевых участков крупных рек бассейна Восточно-Сибирского моря произошло на 4-8 дней раньше нормы.

Таблица 2.11

Сроки вскрытия рек

| Река | Пункт | Даты начала ледохода | | | Дата очищения ото льда | | |
|-----------|-----------|----------------------|---------|-----------------|------------------------|---------|-----------------|
| | | 2012 г. | Средняя | Аномалия, сутки | 2012 г. | Средняя | Аномалия, сутки |
| Индигирка | Чокурдах | 01.06 | 07.06 | -6 | 02.06 | 10.06 | -8 |
| Колыма | Колымское | 27.05 | 30.05 | -3 | 30.05 | 04.06 | -5 |
| Колыма | Черский | 28.05 | 02.06 | -5 | 03.06 | 09.06 | -6 |

3. Гидрологические и гидрохимические условия Северного Ледовитого океана и его морей во втором квартале 2012 г.

3.1. Термохалинные условия арктических морей

Во втором квартале 2012 г. оперативная информация о термохалинном состоянии вод Северного Ледовитого океана поступала из нескольких источников: с российской дрейфующей станции «Северный Полюс 39» (СП-39), с автономных дрейфующих ИТР (Ice-Tethered Profiler) буев и с ледового лагеря БАРНЕО. Кроме этого информация была получена в рамках двух научно-исследовательских экспедиций: на НИС «Профессор Молчанов» в Баренцевом море, а также экспедиции «Полынья-2012» в море Лаптевых (таблица 3.1).

Таблица 3.1

Сведения о наблюдениях во втором квартале 2012 г., загруженных в базу данных термохалинных характеристик отдела океанологии АНИИ

| № п/п | Экспедиция, судно, измерительная платформа | Период | | Количество станций |
|---|--|------------|------------|--------------------|
| | | | | |
| 1 | СП-39 | 02.04.2012 | 28.06.2012 | 74 |
| 2 | ИТР*-41 | 02.04.2012 | 29.06.2012 | 174 |
| 3 | ИТР-48 | 02.04.2012 | 29.06.2012 | 356 |
| 4 | ИТР-53 | 02.04.2012 | 29.06.2012 | 174 |
| 5 | ИТР-55 (данные забракованы) | 02.04.2012 | 08.05.2012 | 73 |
| 6 | ИТР-56 | 15.04.2012 | 29.06.2012 | 300 |
| 7 | ИТР-63 | 21.04.2012 | 29.06.2012 | 275 |
| 8 | БАРНЕО | 06.04.2012 | 17.04.2012 | 24 |
| 9 | «Полынья-2012» | 04.04.2012 | 19.04.2012 | 5 |
| 10 | НИС «Профессор Молчанов» | 04.06.2012 | 29.06.2012 | 81 |
| ВСЕГО | | | | 1536 |
| * Примечание: данные буев ИТР, доступные с сайта Океанографического института в Вудсхоле, США (http://www.whoi.edu/itp) | | | | |

В рассматриваемый период времени в глубоководной части Американо-Северного Ледовитого океана дрейфовало в общей сложности 4 работающих ИТР буя, оснащенных профилографами, с помощью которых обеспечивалось непрерывное поступление

информации о термохалинной структуре верхнего 760-метрового слоя вод. При этом два работавших буй (с номерами 41 и 53) осуществляли измерения в центральной области канадской глубоководной котловины, один (ИТР-48) – в районе поднятия Альфа, а последний – практически полностью повторял траекторию дрейфа станции СП-39. Еще один буй (ИТР-56) осуществлял измерения в приполюсном районе в направлении пролива Фрама. Один из ИТР буюв под номером 55 дрейфовал в Чукотском море на глубинах, несоответствующих техническим условиям эксплуатации вследствие чего данные с этого буйа были забракованы и не использовались при анализе состояния вод СЛО. Положение всех выполненных океанографических станций, использованных в рамках настоящего обзора, показано на рис. 3.1.

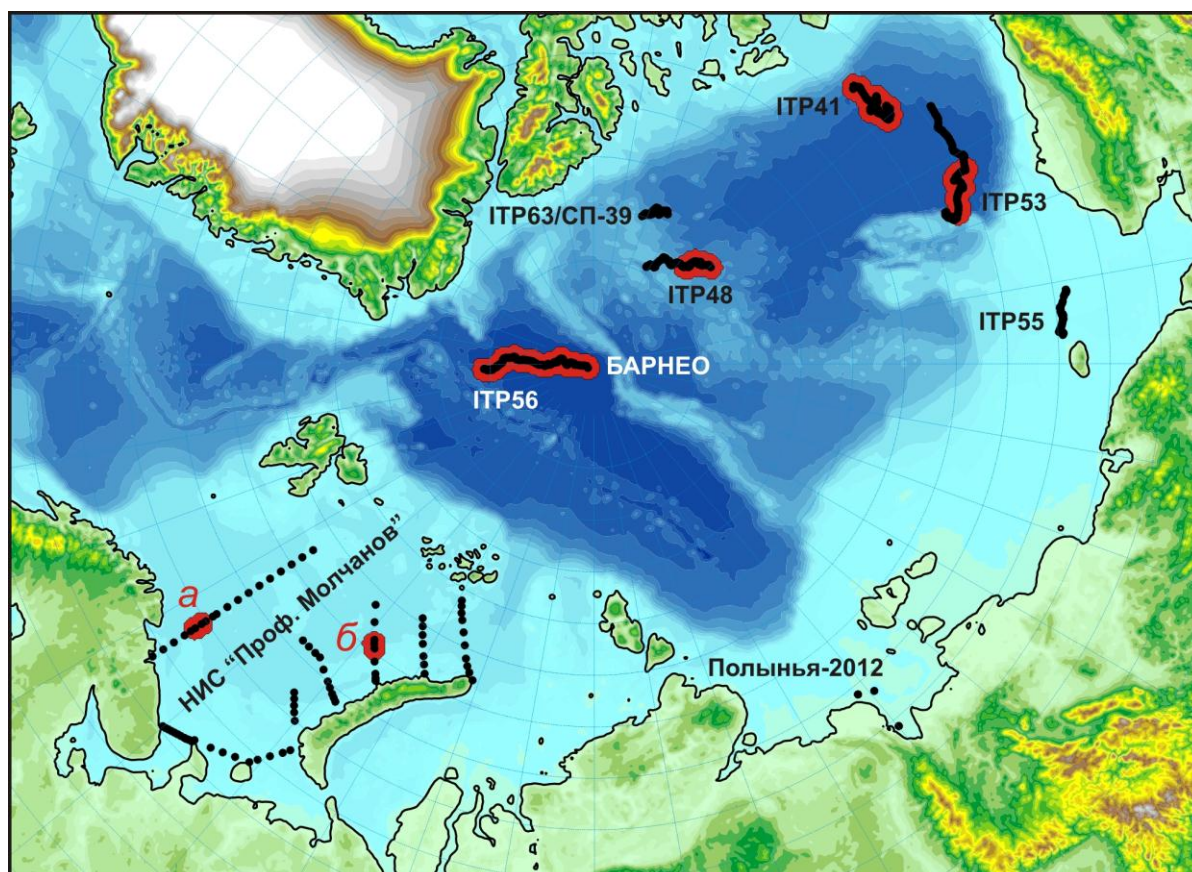


Рис. 3.1. Положение океанографических станций, выполненных во втором квартале 2012 г. и занесенных в БД отдела океанологии ААНИИ (красным цветом выделены области, в которых проводился поиск исторических аналогов)

Особенности вертикальной термохалинной структуры СЛО

Для рассмотрения особенностей вертикальной термохалинной структуры по данным наблюдений во втором квартале 2012 г. были выбраны несколько характерных

точек и районов, в которых проводился анализ профилей температуры и солености и их сравнение с климатическими значениями. Последние определялись как средние значения за весь исторический период наблюдений (до 2000 г.), выполненных в апреле-июне в каждом из рассматриваемых районов в пределах полосы шириной 50 км от отдельных станций или их групп (рис. 3.1).

Вертикальная структура вод в Евразийского бассейна

Поверхностный слой

Соленость верхнего перемешанного слоя по результатам измерений ИТР-56 и ледового лагеря БАРНЕО варьируется от 33,0 до 33,8 ‰, при среднем значении около 33,15 ‰, что существенно превышает климатическую норму (рис. 3.2).

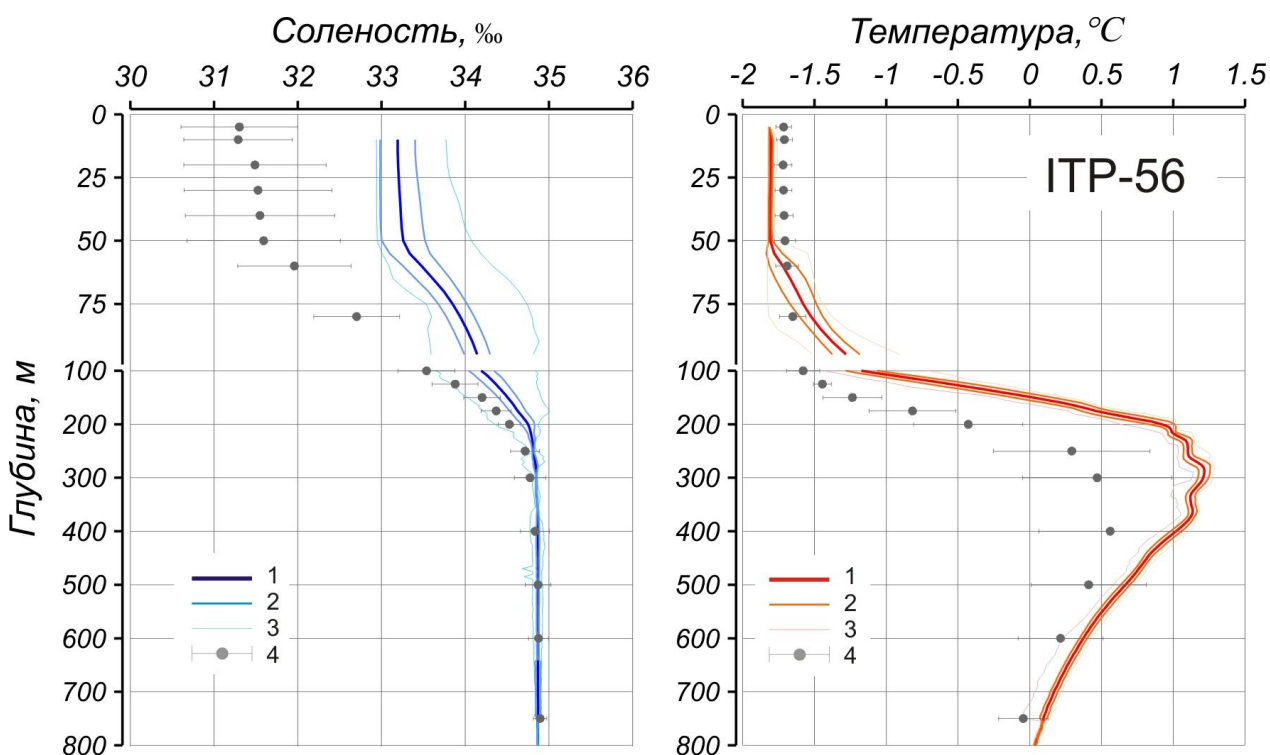


Рис. 3.2. Вертикальное распределение солености и температуры по измерениям профилографа ИТР-56 в приполюсном районе во втором квартале 2012 г. (1 – профиль средних значений, 2 – область стандартного отклонения, 3 – минимальные и максимальные значения наблюдаемых характеристик, 4 – средние климатические значения и стандартные отклонения соответствующих характеристик по историческим данным базы океанографических данных СЛО отдела океанологии ФГБУ «АНИИ» до 2000 г.)

Промежуточный слой холодного галоклина

До глубины порядка 50 метров разница между измеренными и климатическими значениями солености достигает около 1,5-2,0 ‰, постепенно уменьшаясь в более глубоких слоях.

Ниже верхнего однородного слоя, начиная с глубины 50 метров, наблюдается плавный рост солености при незначительном увеличении температуры – так называемый слой вод холодного галоклина. За счет существенного осолонения поверхностного слоя и увеличения температуры промежуточных атлантических вод на фоне подъема последних ближе к поверхности, слой холодного галоклина выражен достаточно слабо по сравнению с климатическим представлением об этой водной массе. В пределах слоя, как и в предыдущие годы, отмечается положительная аномалия солености, достигающая значений от 1,5 ‰ на глубине 50 метров до 0,8 ‰ на глубинах 80-100 метров. Слой с положительными аномалиями солености простирается до глубин 200-300 метров, захватывая диапазон глубин слоя атлантических вод.

Атлантическая водная масса

Уже ставшее показательным аномальное состояние атлантических вод (АВ) в Арктическом бассейне в целом и в его Американо-Азиатской части в частности проявляется как в виде положительных аномалий температур с одной стороны, так и изменением топологии границ этой водной массы. По данным прямых измерений температура в ядре АВ варьируется от +1,20 до +1,25 °С. Наблюдаемые температуры превышают исторические аналоги на величину большую одного стандартного отклонения, и составляют порядка 1,2 °С. Верхняя граница атлантического слоя располагается на глубине 150 метров, что почти на 100 метров выше ее климатического положения.

Вертикальная структура вод Американо-Азиатского суббассейна

Поверхностный слой

Согласно данным имеющихся наблюдений поверхностный слой Американо-Азиатского суббассейна по сравнению с климатом характеризовался существенным распреснением, величина которого в терминах солености составляла от 1,0-1,5 ‰ в районе дрейфа буя ГР-48 до 2,0-2,5 ‰ – на восточной периферии канадской глубоководной котловины в море Бофорта (рис. 3.3, 3.5). При этом в западной части моря Бофорта наблюдались отрицательные аномалии солености величиной до 3,0-4,0 ‰ (рис.3.4). Температура поверхностного слоя находится в пределах от –1,2 °С до –1,7 °С на уровне температуры замерзания.

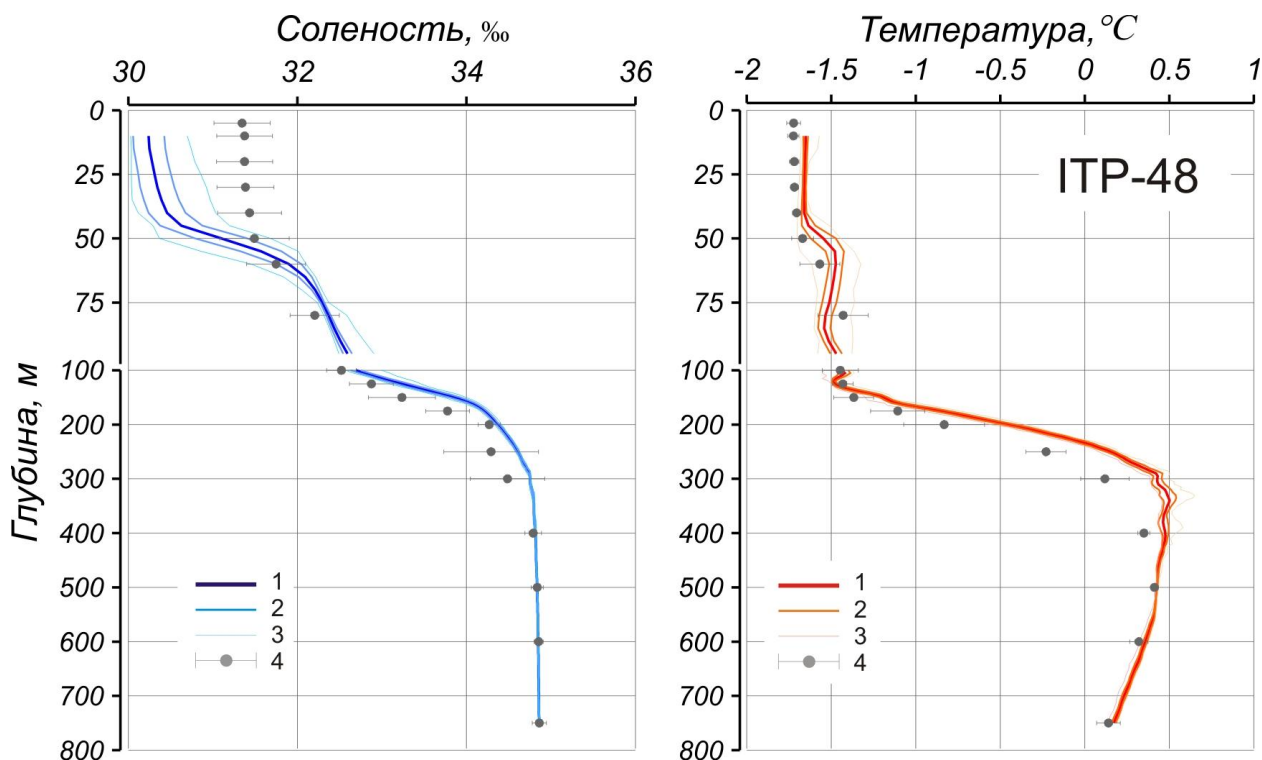


Рис. 3.3. Вертикальное распределение солёности и температуры по результатам измерений профилографа ИТР-48 в районе поднятия Альфа во втором квартале 2012 г. (усл. обозначения см. рис. 3.2)

Тихоокеанские воды

Ниже поверхностных вод в Амеразийском секторе Арктического бассейна располагается слой летних тихоокеанских вод (ЛТВ), поступающих на шельф Чукотского моря через Берингов пролив в летний период. Наиболее отчетливо этот слой выражен в данных наблюдений буев ИТР-41 и ИТР-53 в виде подповерхностного максимума температур, изменяющихся в диапазоне от $-0,3$ до $0,2$ °C с большими значениями в районе западной части моря Бофорта (рис.3.4, 3.5). По сравнению с климатической нормой, характерной для рассматриваемого сезона, значения температур в ядре ЛТВ превышают первую на величину один градус и более. Отчетливо прослеживается смещение максимума температур к поверхности на расстояние в 15-25 метров. При этом можно отметить, что нижняя граница ЛТВ также смещена, но в направлении больших глубин (рис. 3.4, 3.5), что говорит об аномально теплом затоке этих вод в момент их поступления в СЛО через Берингов пролив.

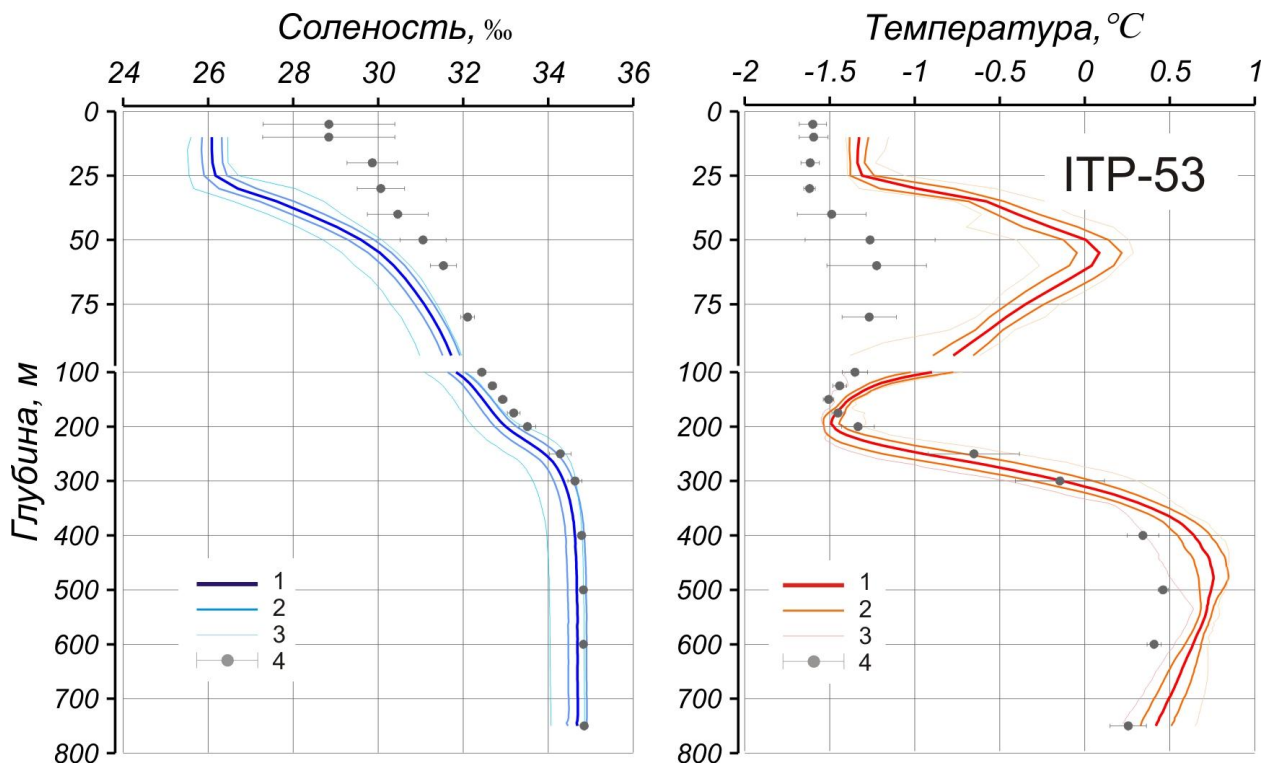


Рис. 3.4. Вертикальное распределение солёности и температуры по результатам измерений профилографа ИТР-53 к востоку от Чукотского поднятия во втором квартале 2012 г.

(усл. обозначения см. рис. 3.2)

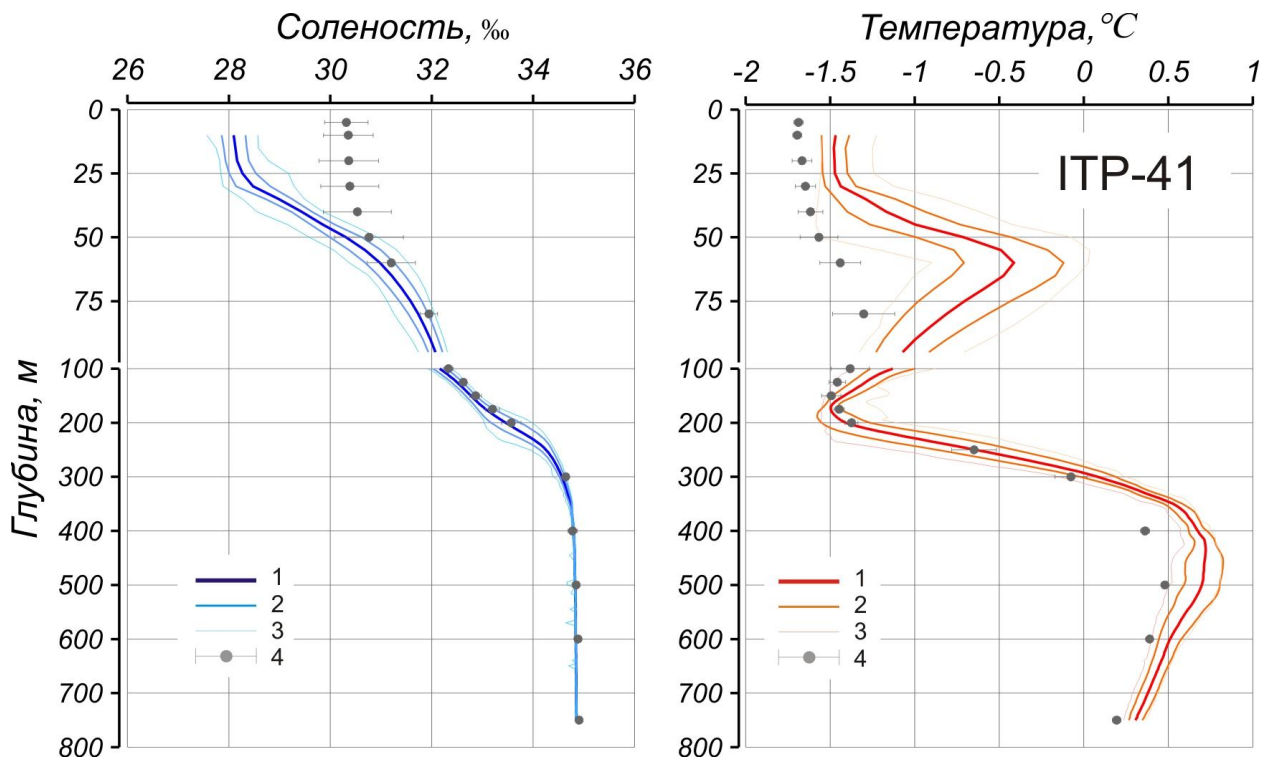


Рис. 3.5. Вертикальное распределение солёности и температуры по результатам измерений профилографа ИТР-41 в центральном районе канадской глубоководной котловины во втором квартале 2012 г. (усл. обозначения см. рис. 3.2)

Атлантическая водная масса

Слой вод атлантического происхождения в Американо-Северном суббассейне располагается на глубинах от 240 до 320 метров (верхняя граница) до 1000 метров (положение нижней границы). В районе поднятия Альфа верхняя граница АВ смещена к поверхности примерно на 50 метров, тогда как в области канадской глубоководной котловины ее положение близко к климатической норме (рис. 3.3–3.5). При этом смещение к поверхности горизонта, на котором расположено ядро АВ, наблюдается во всех рассматриваемых районах и составляет около 100 метров.

Температуры в ядре атлантических вод изменяются от +0,45-0,55 °С в районе поднятия Альфа до +0,65-0,80 °С в районе моря Бофорта. В единицах отклонения от климатических значений это соответствует +0,10-0,25 °С.

Вертикальная структура вод в стержне Нордкапского и Западно-Новоземельского течений Баренцева моря

В рамках океанографической съемки, выполненной с борта НИС «Профессор Молчанов», были получены данные о термическом состоянии вод Баренцева моря, на основании которых произведен анализ текущего состояния вод Нордкапского и Западно-Новоземельского течений в районах расположения основных ядер последних. В качестве района исследования были выбраны две станции, одна из которых расположена на разрезе «Кольский меридиан», а вторая – на разрезе западной о. Северный архипелага Новая Земля (рис. 3.1). На обеих точках наблюдались максимальные для указанных разрезов температуры воды, что позволяет интерпретировать их позиции в качестве принадлежности к ядру продолжения теплого Норвежского течения (рис. 3.6).

Тепловое состояние вод в обоих исследуемых районах можно отнести к разряду аномальных: во всем диапазоне глубин прослеживается значительная положительная аномалия температур, величины которой достигают двух градусов и выше. Причем у побережья Новой Земли аномалии в поверхностном слое еще выше и достигают +4 °С.

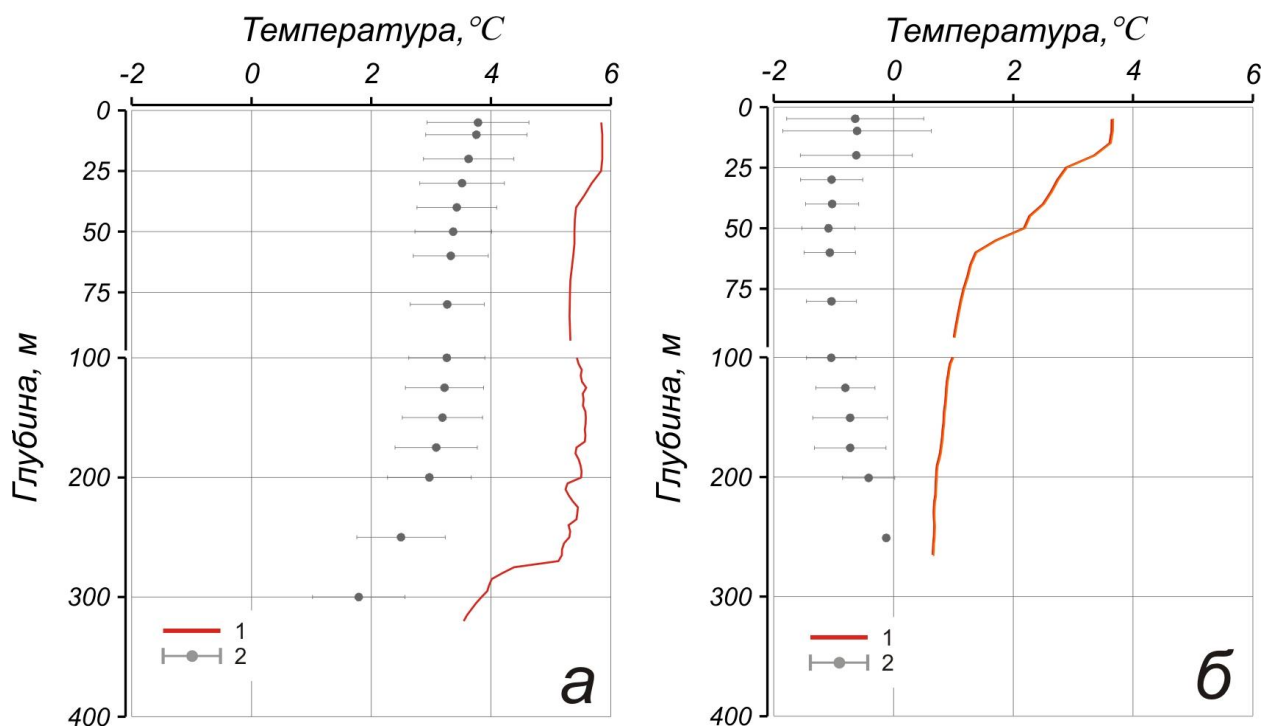


Рис. 3.6. Характерное вертикальное распределение температуры по результатам STD-зондирований в Баренцевом море в районах расположения основного ядра теплых вод североатлантического происхождения (*а* – на разрезе Кольский меридиан, *б* – на траверзе п-ва Адмиралтейства, Новая Земля) (1 – профиль температуры и солености, 2 – средние климатические значения и стандартные отклонения соответствующих характеристик по историческим данным базы океанографических данных СЛО отдела океанологии ААНИИ)

3.2 Гидрохимические условия арктических морей

В апреле 2012 г. в зимней вертолетной экспедиции «ПОЛЫНЬЯ-2012/TRANSDRIFT-XX» были получены и обработаны данные о гидрохимических параметрах в районе полыньи моря Лаптевых. В результате проведенных работ в экспедиции «ПОЛЫНЬЯ-2012» удалось получить новые комплексные данные о состоянии природной среды моря Лаптевых, термохалинной и гидрохимической структуре водной толщи и ледяного покрова, гидробиологическом состоянии мелководного шельфа южной части моря. Экспедиция продолжила серию исследований, проводимых в рамках проекта «Система моря Лаптевых», а так же рейсов «БАРКАЛАВ-2007/2008», «ПОЛЫНЬЯ-2008/2009», «ЛАПЭКС-2009/2010/2011», выполнявших работы в том же районе.

Непрерывные наблюдения в одних и тех же точках на протяжении последних шести лет совместно с данными двух предыдущих зимних экспедиций дают достаточное

количество информации для качественной оценки современного состояния водной толщи шельфовой части моря и позволяют судить о механизмах и процессах, протекающих в районе полыньи в южной части моря Лаптевых.

Всего за время экспедиции было выполнено 8 океанографических станций в южной части моря Лаптевых. Общая схема расположения океанографических станций представлена на рис. 3.7.

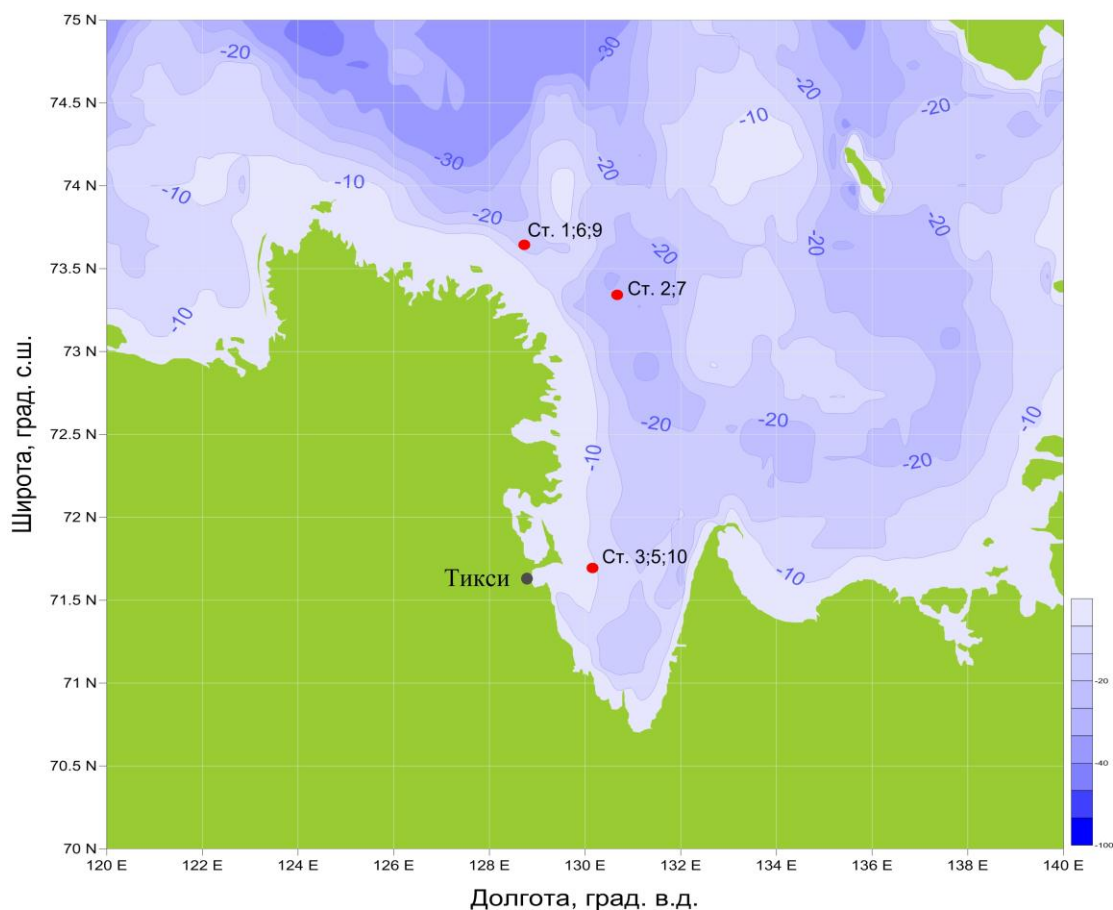


Рис. 3.7. Схема расположения океанографических станций в море Лаптевых, выполненных в экспедиции «ПОЛЫНЬЯ-2012»

На 7 станциях проводился параллельный отбор проб воды пластиковыми батометрами Нискена объемом 2 л. Параллельно проводилось зондирование водной толщи с использованием сенсора SBE 19plus, оснащенного датчиками растворенного кислорода SBE 43, датчиком мутности и флуоресценции.

Всего было отобрано 28 проб на биогенные элементы (фосфаты, силикаты, нитраты, нитриты), произведено 28 определение растворенного кислорода. Так же обработано 6 кернов (78 проб) морского льда.

Предварительные результаты.

На рисунке 3.8. представлено распределение биогенных элементов и растворенного кислорода в водной толще, измеренное в экспедиции. Содержание растворенного кислорода в воде изменялось в диапазоне от 5.32 мл/л (ст. 2, придонный горизонт, центральная точка), до 9.64 мл/л (ст. 5, 2 м, южная точка). Средние концентрации кислорода составили 7.57 мл/л. Концентрации силикатов находятся в диапазоне 24.83 мкМ/л (ст. 6, 10 м) до 107.26 мкМ/л (Ст. 5, 3 м). Концентрации фосфатов изменялись от 0.87 мкМ/л (Ст. 10, 2 м) до 4.7 мкМ/л (ст. 6, придонный горизонт).

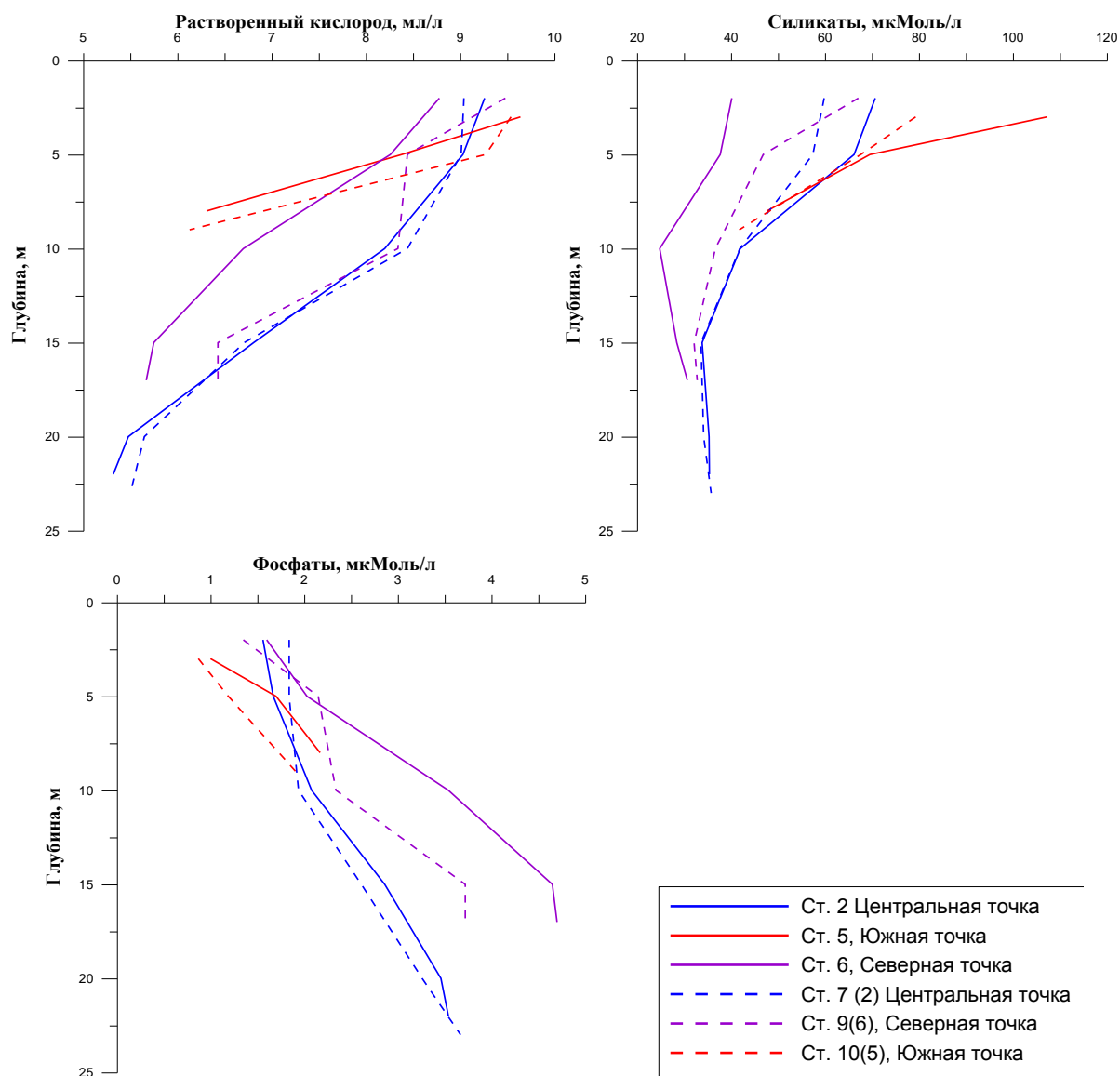


Рис. 3.8. Вертикальное распределение растворенного кислорода, силикатов и фосфатов в водной толще по данным экспедиции ПОЛЫНЬЯ-2012

Пробы воды в течение экспедиции отбирались на трех географических точках: условно южной, северной и центральной. Причем на каждой из этих точек пробоотбор проводился дважды в первой половине срока работ и во второй. Это позволило проследить некоторую динамику измеренных гидрохимических параметров в течение месяца.

Наибольшее содержание растворенного кислорода на поверхности наблюдалось на южной станции и составило около 9.6 мл/л. Минимальные значения отмечены на северной станции в первой половине срока работ (8.7 мл/л). Концентрации кислорода убывали с глубиной до минимума 5.32 мл/л в придонном слое центральной станции. В этом районе расположено небольшое понижение донного рельефа. Вероятно, в этом районе с началом весеннее-летнего периода и половодья на р. Лена образуется бедная кислородом водная масса. За период экспедиции содержание кислорода в воде увеличилось для северной и южной станции. На центральной точке его значения сильно не изменились.

Наибольшее содержание силикатов зарегистрировано в поверхностном слое южной станции (около 110 мкМоль/л). Далее к северу концентрации убывают до 40 мкМоль/л на северной станции. С глубиной концентрации убывают до примерно 35 мкМоль/л для всех станций. За период работ на южной точке содержание растворенного кремния в верхнем 5 метровом слое на южной станции сильно увеличилось. На северной точке увеличение содержания кремния наблюдается от поверхности и примерно до глубины 15 м. На центральной станции в верхнем 10 метровом слое содержание кремния уменьшилось примерно на 10 мкМоль/л.

Концентрации фосфатов возрастают с увеличением глубины. Минимальные значения отмечены на южной станции и за период работ они еще более уменьшились. Так же, в целом, отмечается тенденция к уменьшению содержания фосфатов по всему профилю и на северной и центральной станциях. В исследованных кернах льда (рис. 3.9) содержание силикатов менялось от 4.73 мкМ/л (ст. 5, слой 70-80 см) до 18.9 мкМ/л (ст. 10, слой 140-150 см). Фосфаты находились в диапазоне от аналитического нуля (ст. 2 и 5) до 4.44 мкМ/л (ст. 6, нижний слой керна).

Содержание силикатов, в целом, убывает от поверхности льда до слоя 70-90 см, где концентрации составили 3-6 мкМоль/л, ниже концентрации увеличиваются до 18-20 мкМоль/л в слое 130-150 см на южной и центральной станциях. Глубже к нижней поверхности льда содержание кремния снова уменьшается.

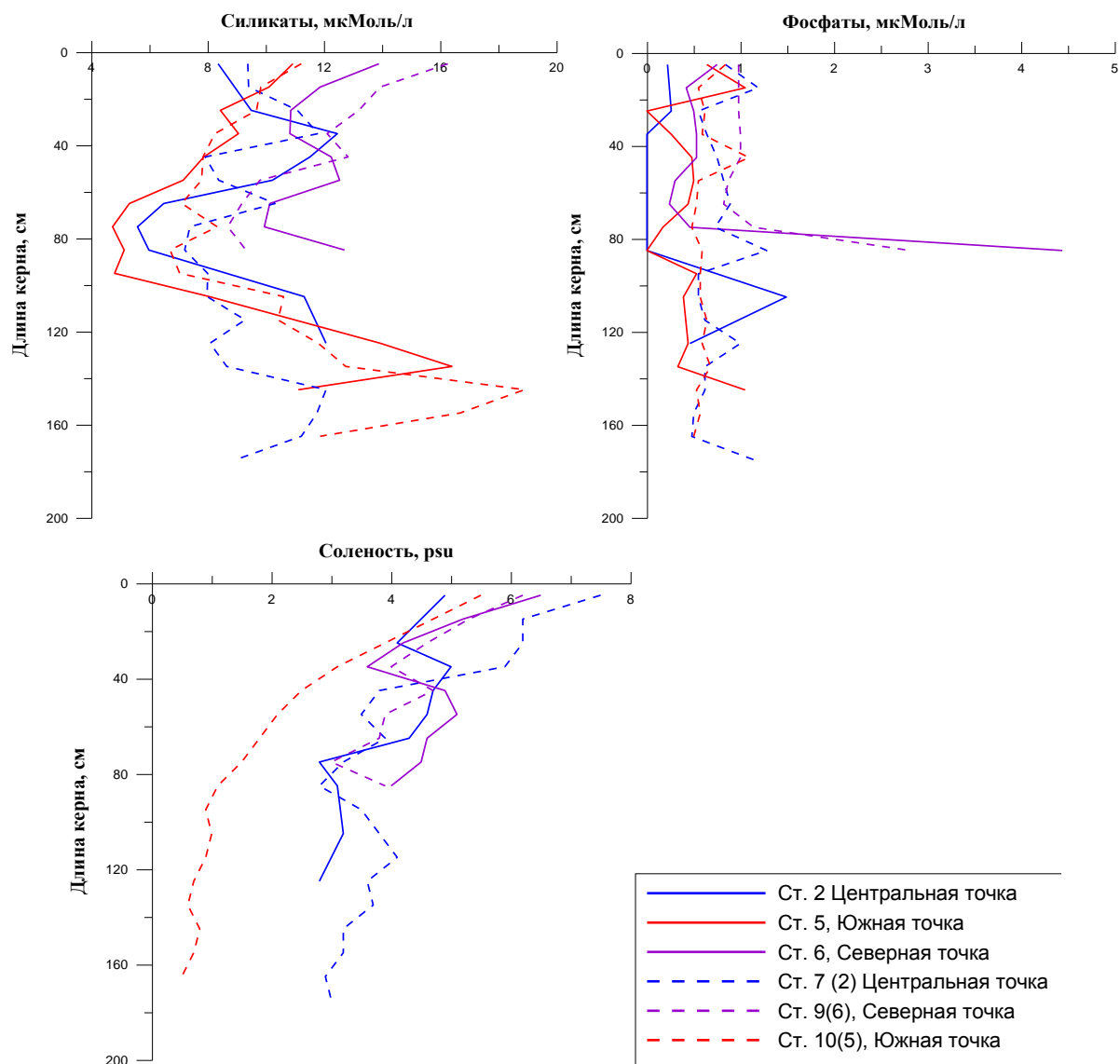


Рис. 3.9. Вертикальное распределение силикатов, фосфатов и солености в кернах льда по данным экспедиции «ПОЛЫНЬЯ-2012»

Содержание фосфатов по длине керна достаточно сложное, имеет множество локальных максимумов и минимумов и изменяется в диапазоне от 0 до 1.2 $\mu\text{Mol/L}$. Характерным отличием большинства кернов является наличие максимума содержания фосфатов в нижней части керна. Это, по-видимому, связано с началом цветения фитопланктона. На нижней поверхности кернов, отобранных во второй половине сезона работ, наблюдается заметный зеленый слой водорослей. Особенно это заметно на северной станции, расположенной наиболее близко к кромке полярной льды и имеющей минимальную толщину льда (около 80-90 см).

Содержание силикатов в подледном слое воды значительно выше, чем во льду. Содержание фосфатов в воде чуть выше, чем в нижнем слое льда.

3.3 Уровень арктических морей

Характеристика особенностей колебаний уровня арктических морей за период с апреля по июнь 2012 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 апрель - июнь 2012 г.

| Станция | Широта | Долгота |
|---|---------|----------|
| Карское море | | |
| 1 Амдерма | 69 45 N | 61 42 E |
| 2 Усть-Кара | 69 15 N | 64 31 E |
| 3 ГМО им.Е.К.Фёдорова (м. Болванский Нос) | 70 27 N | 59 05 E |
| 4 Сопочная Карга | 71 52 N | 82 42 E |
| 5 о. Диксон | 73 30 N | 80 24 E |
| 6 о-ва Известий ЦИК | 75 57 N | 82 57 E |
| 7 о. Визе | 79 30 N | 76 59 E |
| 8 о. Голомянный | 79 33 N | 90 37 E |
| 9 м. Стерлегова | 75 25 N | 88 54 E |
| 10 ГМО им.Е.К.Фёдорова (м. Челюскина) | 77 43 N | 104 17 E |
| море Лаптевых | | |
| 11 Анабар | 73 13 N | 113 30 E |
| 12 пр. Санникова | 74 40 N | 138 54 E |
| 13 м. Кигилях | 73 20 N | 139 52 E |
| 14 о. Котельный | 76 00 N | 137 52 E |
| Восточно-Сибирское море | | |
| 15 Певек | 69 42 N | 170 15 E |

В юго-западной части Карского моря (рис. 3.10) в апреле и июне колебания уровня на станции Усть-Кара проходили на пониженном фоне (–15 –24 см), в мае колебания уровня происходили около среднеголетних значений (+5 см). На станции Амдерма в апреле колебания уровня проходили на пониженном фоне (–13 см), в мае и июне средний уровень поднялся к средним значениям. Наибольший подъем уровня в юго-западной части Карского моря отмечался в 11 мая, когда уровень на станции Усть-Кара поднялся на 61 см выше среднеголетнего значения, и 29 мая, когда уровень на станции Амдерма поднялся на 60 см выше среднеголетнего значения. Наиболее существенные понижения уровня –78 см и –63 см, относительно среднеголетних значений, были зарегистрированы на станции Усть-Кара 27 апреля и на станции Амдерма 8 мая 2012 г. соответственно.

В северной части Карского моря (рис. 3.11), как и в юго-западной части моря, колебания уровня происходили ниже или около среднеголетних значений (от –11 до 0

см). В апреле колебания уровня происходили на слабо пониженном фоне (-7 -11 см), в мае средний уровень составил -1 -6 см, а в июне поднялся к нулевым значениям. Наиболее значительный подъем и понижение уровня в этом районе отмечался на станции о. Голомянный: 26 мая значение уровня на 42 см превысило среднемноголетнее значение, а 27 апреля уровень опустился на 36 см ниже среднемноголетнего значения.

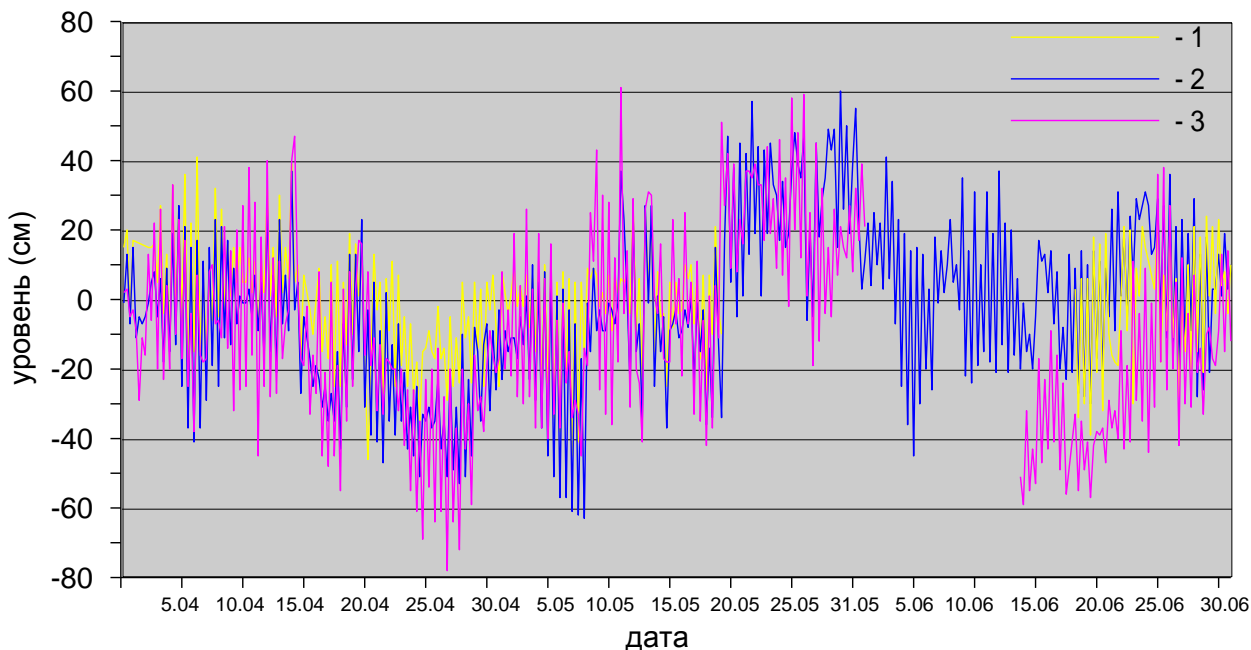


Рис. 3.10. Колебания уровня на станциях юго-западной части Карского моря в апреле-июне 2012 г. (1 – им. Е.К. Федорова (м. Болванский Нос), 2 – Амдерма, 3 – Усть-Кара)

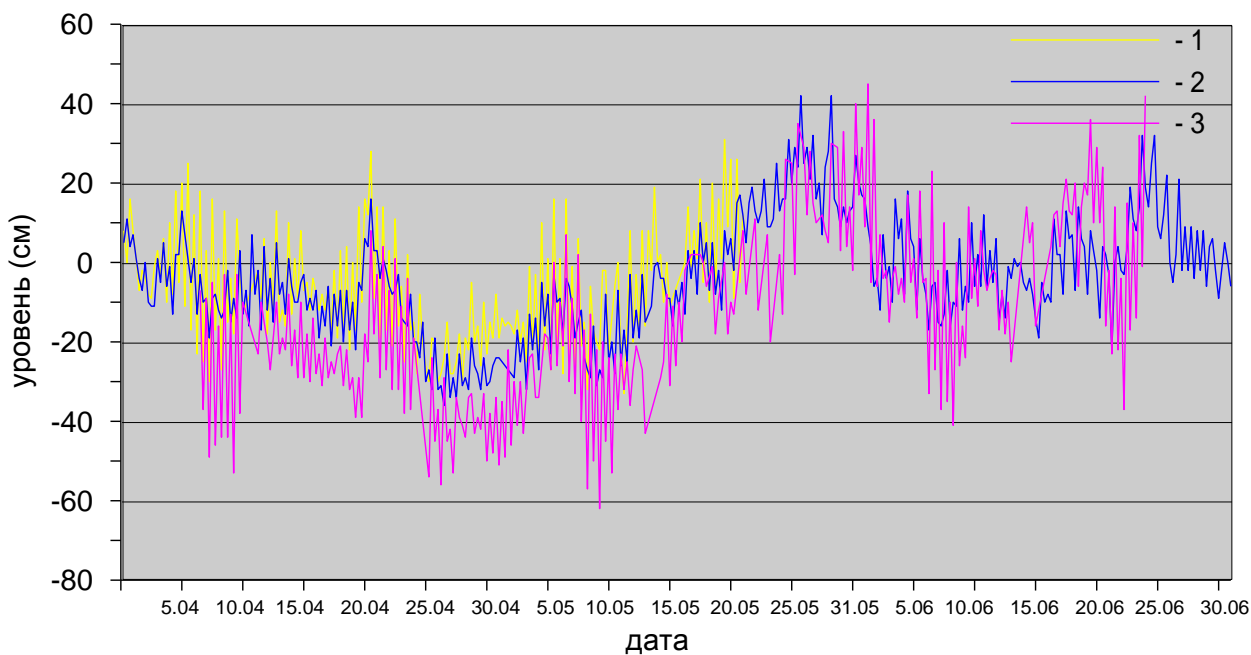


Рисунок 3.11. Колебания уровня на станциях северной части Карского моря в апреле-июне 2012 г. (1 – о. Визе, 2 – о. Голомянный, 3 – ГМО им. Е.К. Федорова (м. Челюскина))

В восточной части Карского моря (рис. 3.12) во втором квартале 2012 г. колебания уровня происходили около или выше среднееголетних значений ($-7 +26$ см). Только на станции о-ва Известий ЦИК колебания уровня происходили на пониженном фоне относительно среднееголетних значений ($-17 -34$ см). Наиболее значительный подъем уровня у юго-западного побережья Таймыра наблюдался 29 мая, когда на станции о. Диксон уровень поднялся на 85 см, а на станции м. Стерлегова на 114 см выше среднего.

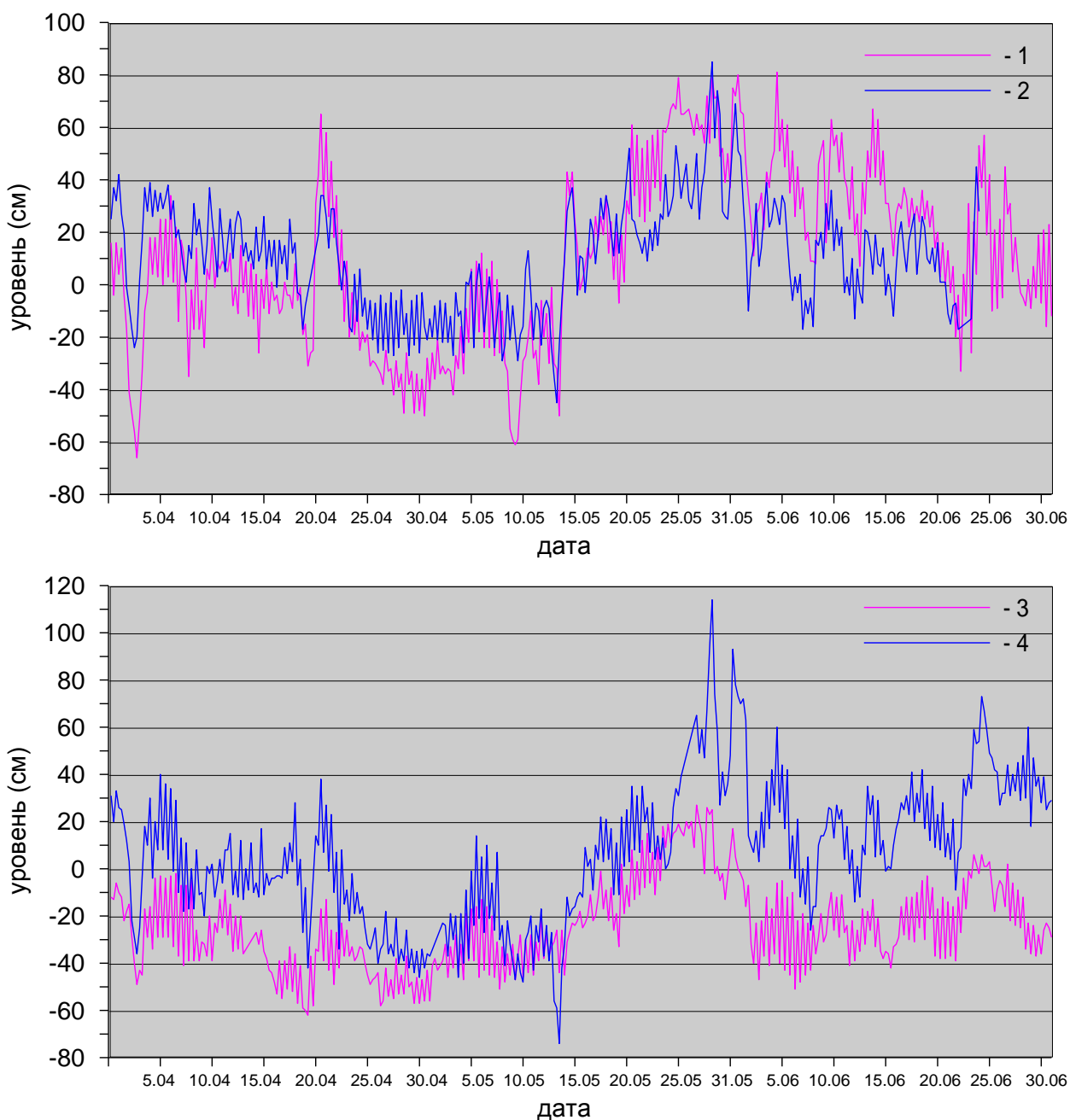


Рис. 3.12. Колебания уровня на станциях восточной части Карского моря в апреле-июне 2012 г. (1 – Сопочная Карга, 2 – о. Диксон, 3 – о-ва Известий ЦИК, 4 – м. Стерлегова)

На станции Сопочная Карга при этом наиболее значительные подъемы уровня отмечались 31 мая и 4 июня (+80 см и +81 см соответственно). Наиболее существенные понижения уровня наблюдались 3 и 20 апреля на станциях Сопочная Карга и о-ва Известий ЦИК, когда значение уровня понизилось на 66 см и 62 см, соответственно, относительно среднемноголетних значений. А 14 мая значительный сгон отмечался практически на всех станциях, при этом на станции м. Стерлегова уровень опустился на 74 см ниже средней величины.

В юго-западной части моря Лаптевых на станции Анабар (рис. 3.13) колебания уровня за весь рассматриваемый период происходили выше среднемноголетних значений (+17 +27 см). Наибольший подъем уровня наблюдался 2 июня (+101 см) и был связан с прохождением волны весеннего половодья. Наибольшее понижение уровня отмечалось в 20 мая и 18 июня, когда значение уровня понизилось на 19 см, относительно среднемноголетних значений.

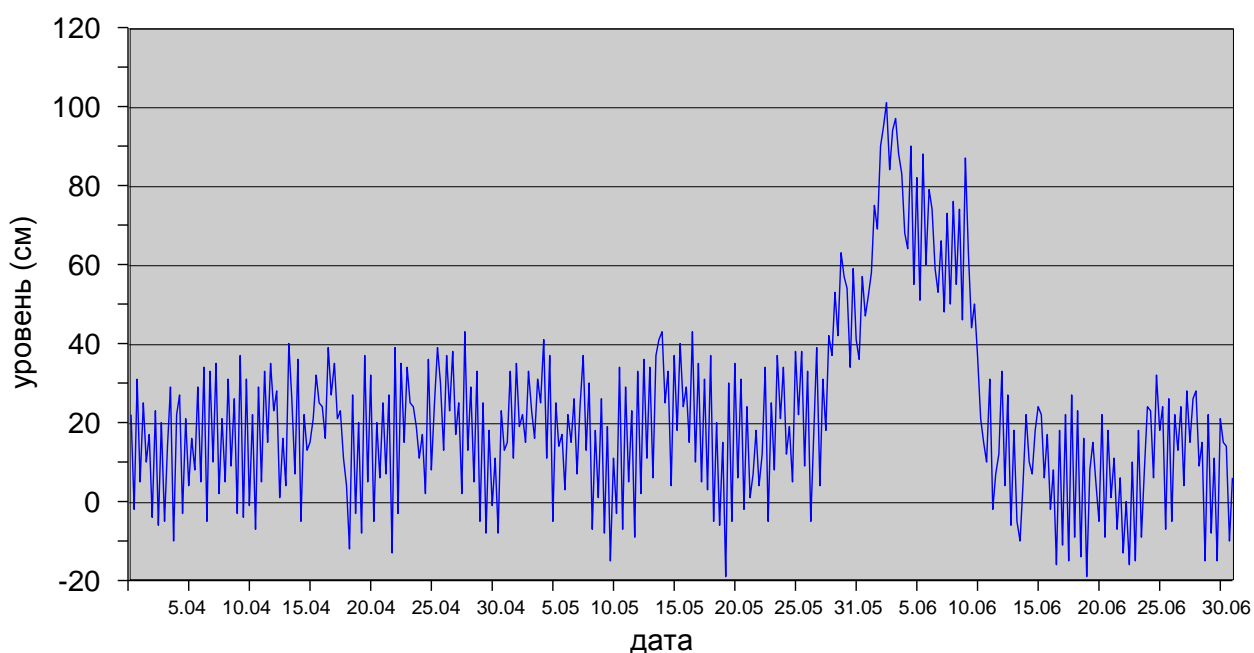


Рисунок 3.13. Колебания уровня в юго-западной части моря Лаптевых (п/ст Анабар) в апреле-июне 2012 г.

В восточной части моря Лаптевых (рис. 3.14) в апреле и мае фоновые колебания уровня носили пониженный характер. В апреле средний уровень опустился до значения – 19 см на станции о. Котельный, а в мае поднялся до –9 см на станциях пр. Санникова и о. Котельный. В июне же колебания уровня происходили на повышенном фоне (+19 +30 см). Наибольшие подъемы уровня в этом районе отмечались в период 2-3 июня, когда уровень на станциях м. Кигилях, пр. Санникова и о. Котельный поднялся на 66 см, 71 см и 74 см

выше среднемноголетнего значения соответственно. Наиболее значительное понижение уровня наблюдалось в период 15-16 мая, когда уровень опустился на станциях м. Кигилях, пр. Санникова и о. Котельный на -82 см, -83 см и -103 см ниже среднемноголетних значений соответственно.

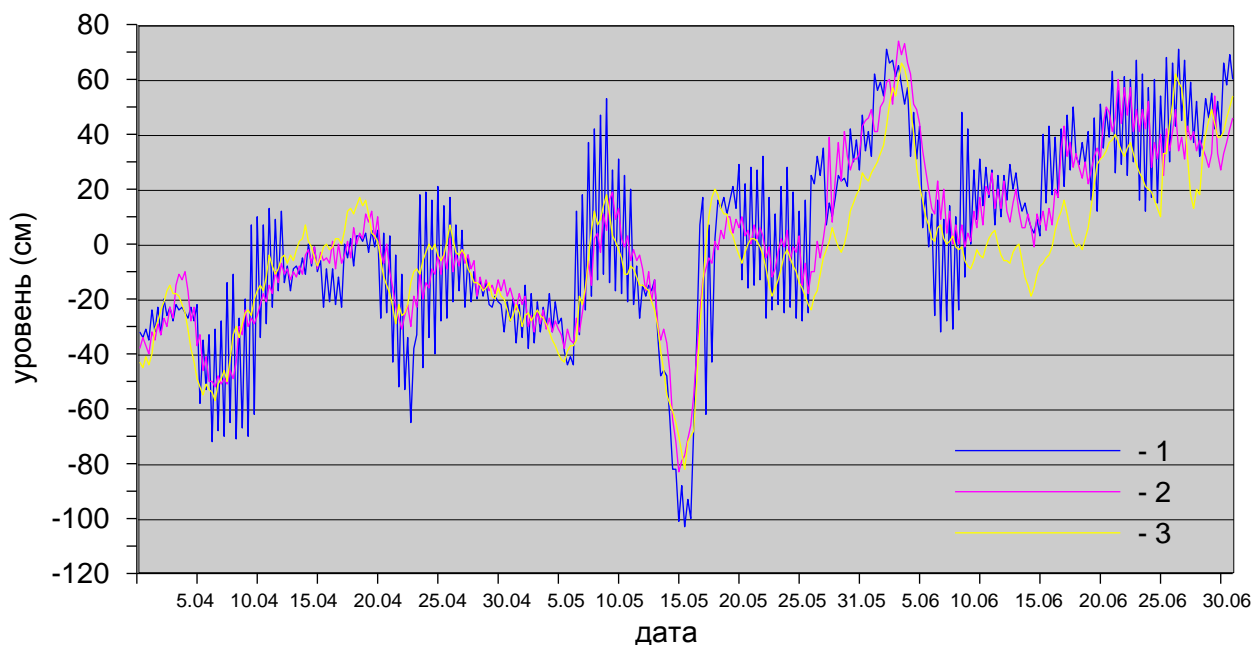


Рис. 3.14. Колебания уровня на станциях восточной части моря Лаптевых в апреле-июне 2012 г. (1 – о. Котельный, 2 – пр. Санникова, 3 – м. Кигилях)

По данным наблюдений на станции Певек (рис. 3.15) в Восточно-Сибирском море в апреле и мае колебания уровня происходили на пониженном фоне (-23 -22 см). В июне колебания уровня происходили выше среднемноголетних значений ($+39$ см). Наиболее значительные подъемы уровня на станции Певек отмечались 4 июня ($+48$ см) и 11 мая ($+41$ см). Наибольшее понижение уровня составило -95 см 17 мая.

Наблюдений за колебаниями уровня на станциях, расположенных в Чукотском море во втором квартале 2012 г. не производилось, в связи с чем, дать какую-либо оценку особенностей колебаний уровня этого моря не представляется возможным.

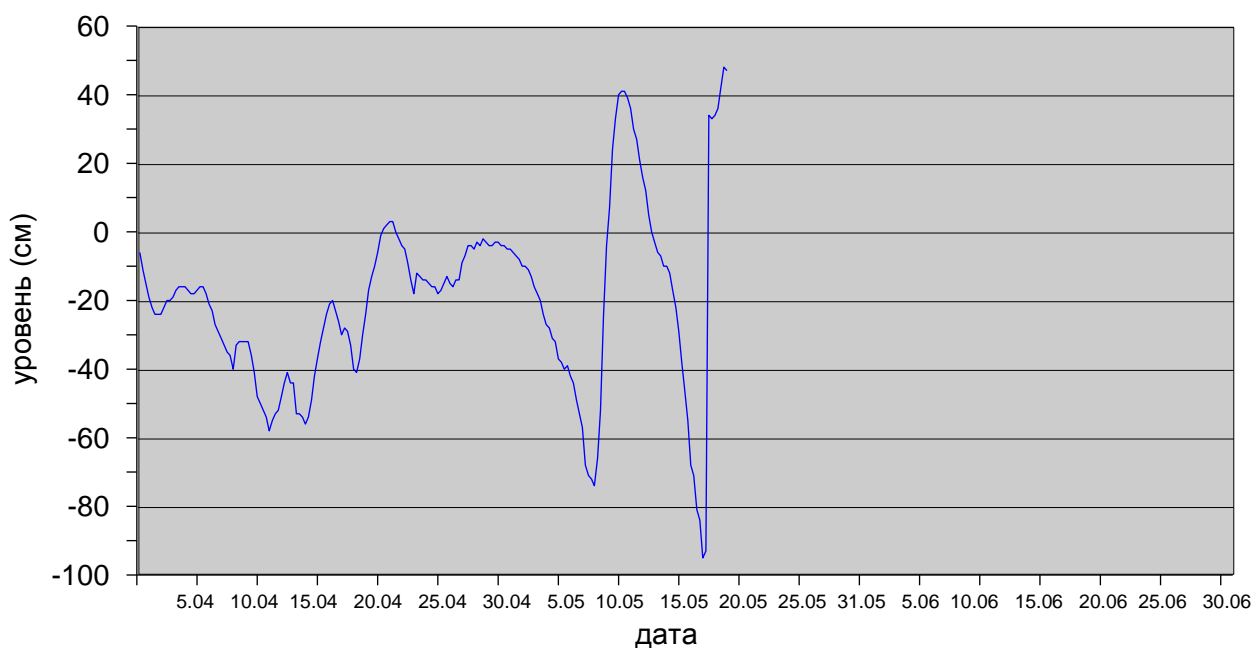


Рис. 3.15. Колебания уровня в Восточно-Сибирском море (п/ст Певек) в апреле-июне 2012 г.

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 апреля по июнь 2012 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). Расчеты проводились для морей Баренцева, Карского, Лаптевых и Чукотского. Восточно-Сибирское море с апреля по июнь было покрыто льдом (лишь после 20 июня образовалась небольшая область чистой воды севернее Новосибирских островов), поэтому сведения о расчетах по этому морю не представлены. Сведения о распределении высот волн H_s для Баренцева моря приведены в таблице 3.3.

Как видно из таблицы 3.3, во втором квартале 2012 г. на акватории Баренцева моря в большинстве случаев развивалось волнение в диапазоне высот от 2 до 4 м. Число случаев, когда высота волн на акватории Баренцева моря превышала 5 м, составило:

- 1 (3 %) – в апреле;
- 4 (13 %) – в мае.

Процент штормовой активности и сведения из таблицы 3.3 показывают, что во втором квартале 2012 г. самым штормовым месяцем стал май, когда расчетная высота волн на входе в Баренцево море превысила 6 м (01.05.12, 0 ч). Шторм продолжался 1 день.

Волнение более 5 м было рассчитано для 20 мая (0, 6 ч), 28 мая (18 ч) и 29 мая (0 ч). Следующим по штормовой активности стал апрель. Июнь месяц был спокойным, высота волн не превышала 4 м.

Таблица 3.3

Повторяемость (число дней) различных градаций высот волн (Hs) в Баренцевом море во втором квартале 2012 г.

| Месяц | Высота волн, м | | | | | | |
|--------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 0–1 | 1–2 | 2–3 | 3–4 | 4–5 | 5–6 | 6–7 |
| Апрель | – | 6 | 9 | 13 | 1 | 1 | – |
| Май | – | 4 | 11 | 8 | 4 | 3 | 1 |
| Июнь | – | 8 | 14 | 8 | – | – | – |
| Итого | – | 18 | 34 | 29 | 5 | 4 | 1 |

На рис. 3.16, в качестве примера, приведено поле ветра и высот волн Hs на акватории Баренцева моря на 06 ч 20 мая 2012 г.

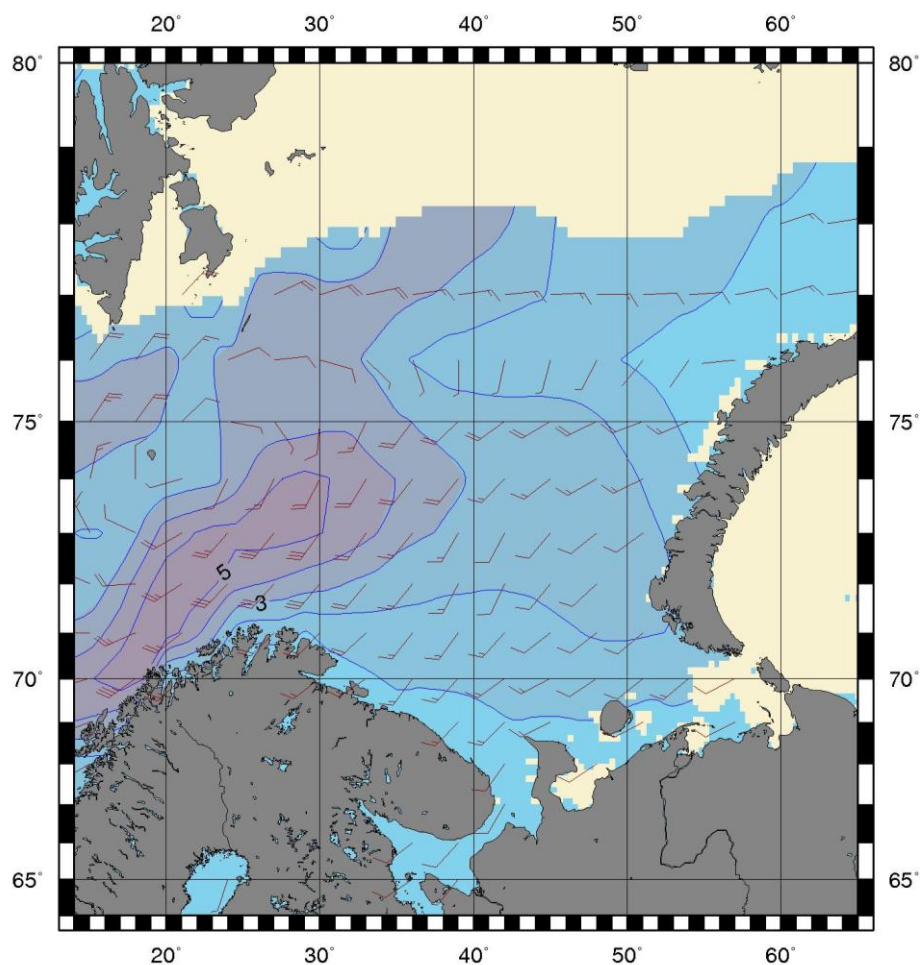


Рис. 3.16. Поле ветра и высот волн (Hs, м) в Баренцевом море на 06 ч UTC 20 мая 2012 г.

Карское море стадо открываться в самом конце мая – начале июня. При этом образовались две области чистой воды: в юго-западной части моря и на границе с Баренцевым морем. К 20 июня область чистой воды составляла уже большую часть моря. В таблице 3.4 приведены сведения о распределении высот волн H_s на открытых участках Карского моря в июне месяце. Из таблицы видно, что в Карском море в большинстве случаев развивалось волнение с высотами волн от 1 до 2 м. Самое сильное волнение (высота волн более 3 м) было рассчитано 1 июня (0, 6ч) на небольшом открытом участке Карского моря на границе с Баренцевым морем. На рис. 3.4.2 в качестве примера, приведено поле ветра и высоты волн на открытой акватории Карского моря на 20 июня 2012 г. (18 ч).

Таблица 3.4

Повторяемость (число дней) различных градаций высот волн (H_s) в Карском море во втором квартале 2012 г.

| Месяц | Высота волн, м | | | |
|-------|----------------|-----|-----|-----|
| | 0–1 | 1–2 | 2–3 | 3–4 |
| Июнь | 6 | 22 | 1 | 1 |

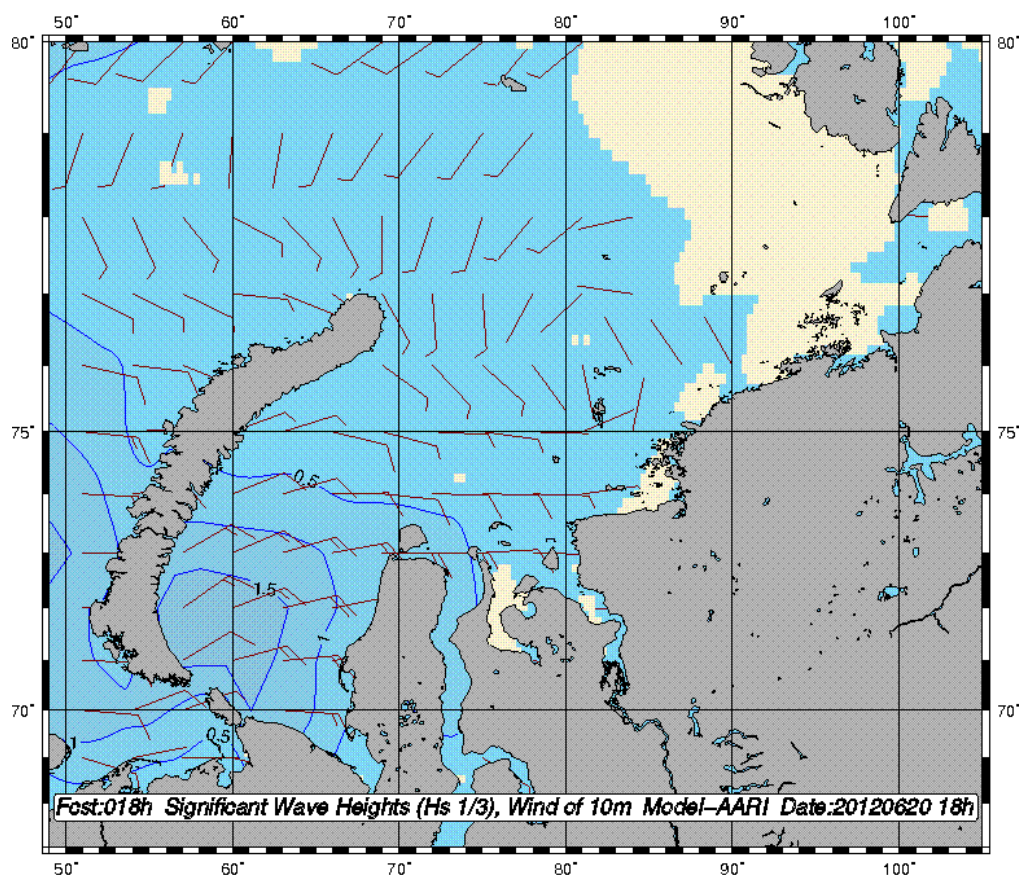


Рисунок 3.4.2 – Поле ветра и высот волн (H_s , м) в Карском море на 18ч UTC 20 июня 2012 г.

Сведения о распределении высот волн H_s на открытых участках моря Лаптевых и Чукотского моря даны в таблицах 3.5 и 3.6. Чукотское море начало открываться в третьей декаде июня и к концу месяца область открытой воды доходила до 70° с.ш. Также, начиная с 20 июня, стало открываться и море Лаптевых. Как видно из таблиц 3.4.3 и 3.4.4, в море Лаптевых преобладало волнение с высотами от 1 до 2 м, а в Чукотском море от 1 до 3 м.

Таблица 3.5

Повторяемость (число дней) различных градаций высот волн (H_s) в море Лаптевых во втором квартале 2012 г.

| Месяц | Высота волн, м | |
|------------------|----------------|-----|
| | 0-1 | 1-2 |
| Июнь (с 20 июня) | 3 | 8 |

Таблица 3.6

Повторяемость (число дней) различных градаций высот волн (H_s) в Чукотском море во втором квартале 2012 г.

| Месяц | Высота волн, м | | | |
|------------------|----------------|-----|-----|-----|
| | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 |
| Июнь (с 20 июня) | 3 | 4 | 3 | 1 |

Выводы

Обобщая результаты мониторинга развития и перестроек крупномасштабных атмосферных процессов и характера их проявления в метеорологических условиях полярного района Арктики за период апрель - июнь 2012 г., можно сделать следующие выводы.

1. В целом, несмотря на сохранение в апреле - июне 2012 г. положительных аномалий температуры воздуха в Арктике, направленность в развитие крупномасштабных атмосферных процессов имела существенное отличие от направленности процессов в период январь – март 2012 г.
2. Атмосферные процессы в северной полярной области развивались на аномально повышенном фоне в первом секторе полушария процессов западной формы циркуляции. Во втором секторе наибольшую повторяемость имели зональные процессы и меридиональные процессы типа M_2 в апреле и мае и типа M_1 в июне.

3. В средней тропосфере на изобарической поверхности H_{500} центр планетарного циркумполярного вихря сместился из канадо-гренландского в евразийский сектор Арктики. ВФЗ располагалась чаще южнее своего многолетнего положения, что определило более южные, чем в январе - марте 2012 г., траектории циклонов системе исландского и алеутского минимумов. За исключением тихоокеано-американского сектора полушария в июне, когда преобладали высокоширотные траектории циклонов.
4. В изменение давления в европейском и американском секторах полярного района Арктики под влиянием циклонов отмечалась тенденция к его понижению. В азиатском и приполюсном секторе Арктики под более частым влиянием блокирующих гребней азиатского и арктического антициклонов наметилась тенденция к преобладанию положительных аномалий давления.
5. Повышенная повторяемость за период апрель – июнь разновидностей процессов с более низкоширотными траекториями циклонов по сравнению с периодом январь - март обусловила то, что зона с устойчивой адвекцией теплых воздушных масс сместилась из Арктики на континентальную часть Евразии. Вследствие этого положительный фон аномалий температуры воздуха в среднем по полярному району Арктики во втором квартале понизился более, чем на 4°C
6. В результате выносного характера дрейфа и адвекции тепла в морях российского сектора Арктики и море Бофорта уже в мае начали формироваться отрицательные аномалии ледовитости.
7. Общее количество льдов в Северном Ледовитом океане по оценкам, выполненным в отделе ледового режима и прогнозов ФБГУ «ААНИИ», во втором квартале года оказалось в среднем на 8 % меньше среднемноголетнего значения за счет малой ледовитости морей западного района российского секторов Арктики.
8. Весенние процессы в устьевых участках сибирских рек начались раньше среднемноголетних сроков на 2-15 суток.
9. Согласно результатам наблюдений, выполненным в течение второго квартала 2012 г., гидрологический режим СЛО продолжает существовать в условиях резко аномального состояния по отношению к климатическому среднему. Основные признаки аномального состояния заключаются в следующем:
 - в поверхностном слое дипольная структура поля аномалий солёности, выраженная в положительных аномалиях величиной до 2 ‰ в Евразийском суббассейне и отрицательных аномалиях величиной до 4 ‰ в Американо-евразийском суббассейне;

– сохраняется положительная аномалия температуры ядра атлантических вод, варьируясь от +0,1 до +1,25 °С, а верхняя граница АВ смещена к поверхности на расстояния до 100 метров;

10. В целом распределение биогенных элементов в водной толще и их концентрации являются характерными для данного района в зимний период. Анализ изменения гидрохимических параметров в пространстве и во времени, совместно с данными о положении и состоянии полыньи, а так же данными биологических наблюдений позволяет предположить, что сроки работ в экспедиции позволили зафиксировать самое начало весеннего цветения фитопланктона и перехода гидрохимических и гидробиологических процессов в регионе от зимнего режима к летнему. Данное предположение так же подтверждается результатами измерений содержания биогенных элементов в кернах льда