

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
АРКТИЧЕСКИЙ И АНТАРКТИЧЕСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ



МОРЕ МОУСОНА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РАЙОНА

РЕЖИМНО-СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ

*Под общей редакцией
Н.Н. Антипова и М.С. Молчанова*

Санкт-Петербург
ААНИИ
2026

УДК [551.326+551.46+551.5](269.74)

Море Моусона. Гидрометеорологический режим района. Режимно-справочное пособие / под общей редакцией: Н.Н. Антипова, М.С. Молчанова. СПб. : ААНИИ, 2026. 103 с. 1 CD. Текст : электронный.

В пособии приведено описание физико-географических условий региона и истории его исследований, истории создания и развития полевой базы Оазис Бангера океанологического, метеорологического и ледового режима моря Моусона. В наглядном виде (графическом, табличном) представлена полная и подробная информация о состоянии изученности океана и атмосферы в рассматриваемом регионе, дана характеристика состава и качества собранных на сегодняшний день данных гидрометеорологических наблюдений.

Пособие подготовлено в Лаборатории Южного океана отдела океанологии ФГБУ «ААНИИ» под руководством Антипова Н.Н. и Молчанова М.С.

Электронный ресурс: 1 CD

Формат PDF. Размер файла 44,9 Мб [6,4 п.л.].

Системные требования: процессор с частотой 1,3 ГГц (Intel, AMD);

оперативная память от 1 Гб, Windows (XP; Vista; 7; 10); Acrobat Reader, либо его аналог.

Издание подготовлено в ГНЦ РФ ААНИИ. 199397, Санкт-Петербург, ул. Беринга, 38 А

ISBN 978-5-98364-132-7

© Государственный научный центр РФ
Арктический и антарктический
научно-исследовательский институт, 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Цель создания и основные направления использования пособия по гидрометеорологическому режиму моря Моусона (<i>Н.Н. Антипов</i>).....	4
2. Физико-географическое описание региона (<i>М.Р. Кузнецова, И.А. Чистяков</i>).....	6
3. История создания полевой базы Оазис Бангера (<i>М.Р. Кузнецова, И.А. Дрыгина</i>)	17
4. Океанологический режим моря Моусона (<i>Н.Н. Антипов, С.В. Кашин, М.Р. Кузнецова</i>)	22
4.1. Общая циркуляция вод моря Моусона	22
4.2. Описание данных наблюдений	23
4.3. Водные массы	25
<i>Приложение. Таблицы и картографические материалы</i>	27
5. Метеорологический режим моря Моусона (<i>С.В. Яговкина</i>)	64
5.1. Температурный режим	64
5.2. Давление на уровне моря	69
5.3. Ветровой режим	75
5.4. Осадки	78
5.5. Облачность	81
6. Ледовый режим моря Моусона (<i>М.С. Молчанов, С.В. Кашин, И.А. Чистяков, М.Р. Кузнецова</i>).....	84
<i>Приложение. Таблицы и картографические материалы</i>	93

1. ЦЕЛЬ СОЗДАНИЯ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОСОБИЯ ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОМУ РЕЖИМУ МОРЯ МОУСОНА

Создание пособия обусловлено необходимостью более эффективного использования накопленных океанологических, метеорологических и ледовых данных как для научного обеспечения морских и воздушных операций в этих областях, так и для планирования и проведения экспедиционных и теоретических работ по изучению состояния и перспектив изменений (в том числе и климатического масштаба) природной среды Антарктики. Основное внимание в пособии уделяется режиму вод и льдов акватории рассматриваемого региона. Это объясняется тем, что в последние десятилетия расширился спектр видов наблюдений за состоянием океана и его ледового покрова, что позволяет более подробно и обоснованно представить характер режима вод и льдов, исследовать его внутригодовую (сезонную) изменчивость, получить представление о процессах, протекающих в океане в ранее не обеспеченный натурными наблюдениями холодный период, выявить климатические изменения и их причины, связанные с процессами в этой среде.

Основная цель пособия — представить полную и подробную информацию о состоянии изученности океана и атмосферы в конкретном регионе, дать характеристику состава и качества собранных на сегодняшний день гидрометеорологических данных наблюдений, представить эту информацию в наглядном (графическом, табличном) виде. Это должно позволить пользователю реально оценить перспективы научных и прикладных исследований, направленных на изучение процессов в природной среде для решения фундаментальных и практических задач.

Настоящее пособие посвящено режиму моря Моусона. Содержание пособия предполагает не только его использование для анализа погодно-ледовых условий при плавании и проведении транспортных операций. В пособии приводится подробная информация о содержании и распределении в пространстве и времени данных наблюдений (в первую очередь океанологических) за весь исторический период, что позволит любому исследователю оценить возможности и поставить задачи для планирования и проведения научных и экспедиционных исследований в данном районе. Процессы, происходящие в Южном океане, являются исключительно важными для понимания и разработки сценариев возможных климатических изменений.

Необходимо отметить важные особенности пособия.

Впервые представлена информация о внутригодовой изменчивости режима вод моря Моусона не только по базе данных судовых наблюдений, но и с использованием данных гидрологических наблюдений, полученных с помощью датчиков, установленных на морских млекопитающих, а также на дрейфующих буях Argo.

В результате могут быть прослежены особенности структуры вод и характеристик водных масс для отдельных месяцев года (или для объединенных в сезоны).

Полный реестр проведенных наблюдений и наглядное представление некоторых полученных результатов позволят довести до сведения ученых и специалистов информацию, полезную для принятия решений об использовании этих данных в научных и практических целях.

2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РЕГИОНА

Море Моусона — крайнее море индоокеанского сектора Южного океана, расположенное на шельфе Восточной Антарктиды. В данном районе расположены российская полевая база Оазис-2 ($66^{\circ} 16' 27''$ ю. ш., $100^{\circ} 44' 39''$ в. д.) (рис. 2.1), польская сезонная станция Добровольский ($66^{\circ} 16' 29''$ ю. ш., $100^{\circ} 45' 00''$ в. д.), австралийская полевая база Эджворт-Дэвид (Edgeworth David Base, $66^{\circ} 14' 59''$ ю. ш., $100^{\circ} 36' 12''$ в. д.) в оазисе Бангера (*Bunger Hills*), австралийская круглогодичная станция Кейси (Casey Station, $66^{\circ} 16' 55''$ ю. ш., $110^{\circ} 31' 36''$ в. д.) в оазисе Гирсона.

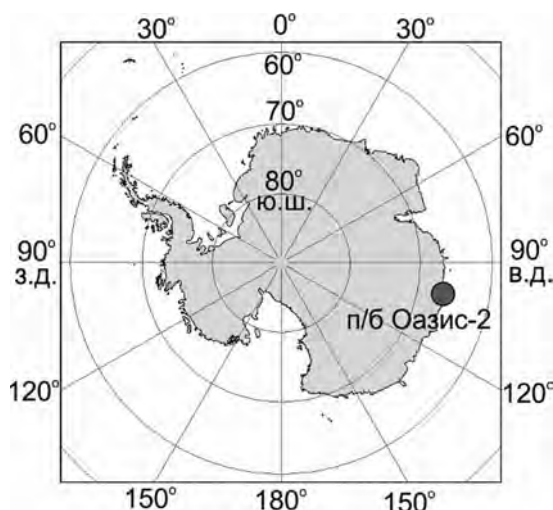


Рис. 2.1. Расположение полевой базы Оазис-2

На рис. 2.2 представлена карта с названиями географических объектов региона. Море Моусона ограничено с запада мысом Визе ($65^{\circ} 05'$ ю. ш., $95^{\circ} 45'$ в. д.), с востока — мысом Пойнсетт ($65^{\circ} 46'$ ю. ш., $113^{\circ} 12'$ в. д.), таким образом, побережье протяженностью более 800 км относится преимущественно к Земле Уилкса и частично включает Землю Королевы Мэри. Вдоль восточной половины побережья более чем на 250 км тянется шельфовый ледник Шеклтона, пересекаемый крупными выводными ледниками Денмена и Скотта. Он формирует две крупные бухты — Малыгинцев и Миловзорова. Берег Нокса имеет общее направление запад — восток, нарушаемое сравнительно неглубоко вдающимися бухтами, заливами и выступающими между ними мысами. От мыса Переменный обрыв берега простирается на восток — юго-восток и в нескольких местах разрывается выводными ледниками. Два из них — Вандерфорда и Джона Куинси Адамса — расположены у бухты Винсенса.



Рис. 2.2. Рельеф дна моря Моусона

Выходы скальных пород находятся преимущественно по южной границе ледника Шеклтоне и вблизи выводного ледника Денмена. Помимо отдельных скал и нунатаков есть и два оазиса. Оазис Бангера является самым крупным по площади (538,2 км²) в рассматриваемом районе и относится к категории пришельфовых. С севера территория отделена от моря шельфовым ледником Шеклтоне, с востока и юго-востока расположен материковый ледник, к югу — выводной ледник Апфела, а к западу — выводные ледники Скотта и Эдисто. В 35 км к юго-востоку расположен еще один пришельфовый оазис — оазис Обручева (73 км²): с севера к нему примыкает шельфовый ледник Шеклтоне; с запада расположен ледник Денмена, с юга и востока — материковый ледник. В западной части побережья моря Моусона, на Берегу Бадда, расположен приморский оазис Гирсона (288 км²), включающий острова Уиндмилл.

Рельеф

В прибрежной зоне высотные отметки не превышают 100–200 м; сам берег по большей части представляет собой отвесные ледяные обрывы материкового ледника. По мере удаления вглубь континента высота поверхности материкового ледника быстро, в пределах первых 100 км, достигает 1500–1800 м. У западной границы побережья находится ледниковый купол Лоу, высота которого достигает 1300 м. Поверхность шельфового ледника Шеклтоне относительно ровная, в среднем абсолютные отметки находятся в пределах от 20 до 60 м, однако здесь расположены несколько куполов, где высоты составляют первые сотни метров (купол Массон — 471 м над уровнем моря, купол Милл — 326 м).

Рельеф территорий оазисов холмистый. В оазисе Бангера относительные перепады высот составляют порядка 30–50 м, при этом абсолютные отметки могут достигать 150 м и более; станции Оазис-2 и Добровольский расположены на высоте 29 м над уровнем моря. Территория оазиса Обручева представляет собой группу холмистых скалистых участков с абсолютными отметками от 0 м (холмы Озёрные) до 310 м (холмы Верхние) над уровнем моря; относительные превышения в пределах отдельного участка составляют порядка 100 м. В оазисе Грирсона, объединяющем несколько полуостровов и группу островов, в среднем высоты составляют до 40 м в северной части оазиса (станция Кейси расположена на высоте порядка 30 м над уровнем моря) и до 80 м в южной; наибольшая высота (110 м) отмечена на п-ве Браунинг.

Море Моусона расположено преимущественно в пределах материковой отмели, максимальные глубины достигают 1920 м (впадина в бухте Винсенс), средняя глубина примерно 450 м. Рельеф дна типичен для окраинных морей Восточной Антарктиды, расположенных на шельфе. Ширина шельфа находится в пределах от 80 до 250 километров, наибольшее развитие шельф получил в секторе 97–102° в. д., наименьшее — в восточной части ледника Шеклтона. Значительную часть шельфа составляют относительно ровные участки с глубинами до 300 м, прорезаемые узкими котловинами и каньонами глубиной до 700 м. Характерной особенностью моря Моусона является меридионально направленный желоб, подходящий к бухте Винсенс и простирающийся до 65° ю. ш., ширина его достигает 75 км, глубины превышают 1000 м, наибольшие глубины (до 1920 м) обнаружены к западу от островов Уиндмилл. В наиболее широкой части моря в районе Берега Нокса имеется прибрежная котловина с глубинами до 700 м, отделенная от открытого моря относительно мелководным порогом с глубинами 300–400 м. С западной стороны эта котловина сливается с продольным желобом, простирающимся параллельно берегу и проходящим под ледником Шеклтона. На мелководных участках и банках, особенно в западной части моря, нередко возникают «острова», представляющие собой гигантские столовые айсберги, севшие на мель. Данные острова могут существовать продолжительный период времени (более 10 лет) и серьезно влиять на циркуляцию водных масс и ледовый режим. В северной части моря континентальный склон переходит в Австрало-Антарктическую котловину, местами сильно выступая к северу в виде отрогов и подводных плато с глубинами 1500–2000 м.

Геологическое строение

Оазис Бангера сложен древними кембрийскими изверженными и метаморфическими породами. Изверженные породы представлены разновидностями гранитов, дайками долеритов мощностью от 100–200 м и протяженностью 10–15 км. Среди метаморфических пород часто встречаются гранат-биотитовые гнейсы, пироксенитовые кристаллические сланцы, различные типы мигматитов. Оазис Обручева сложен пироксен-плагиоклазовыми сланцами и плагиогнейсами с дайками долеритов и габбро-долеритов. В оазисе Грирсона (на островах Уиндмилл и в прилегающих обнажениях побережья Земли Уилкса) развиты чарнокиты гранодиоритового состава, гранито-гнейсы, мигматиты, двупироксеновые плагиогнейсы и кристаллические сланцы, мафические сланцы, кальцифиры.

Донные отложения вблизи континента представлены слабокарбонатными и слабокремнистыми крупными алевритами и мелкоалевритовыми илами. По мере удаления от берега донные отложения сменяются кремнистыми, а затем сильно-кремнистыми глинистыми илами.

Ледники

Вдоль побережья моря Моусона расположены шельфовый ледник Шеклтона, многочисленные выводные ледники, а также несколько ледниковых куполов; среди немногочисленных безледниковых пространств наиболее крупными являются уже упоминавшиеся оазис Бангера и оазис Грирсона (рис. 2.3).

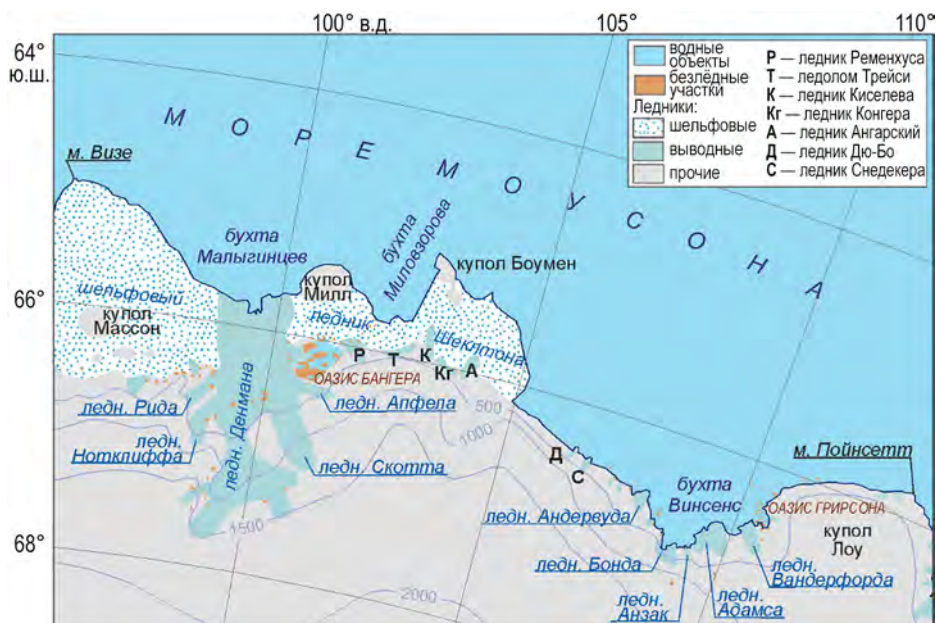


Рис. 2.3. Схема расположения ледников на побережье моря Моусона

В западной части побережья моря Моусона расположена группа ледников, приуроченная к шельфовому леднику Шеклтона — крупному и самому северному шельфовому леднику Антарктиды (площадь оценивается в 27 000 — 37 000 км²). Мощность шельфового ледника Шеклтона составляет до 300 м, при этом большая его часть находится на плаву. Здесь имеется несколько ледниковых куполов, приуроченных к выступающим частям подледного рельефа, наибольший — купол Массон, абсолютная высотная отметка составляет 471 м над уровнем моря. Восточная часть шельфового ледника, по-видимому, представляет собой относительно молодое образование со сглаженной поверхностью.

Западнее оазиса Бангера расположены выводной ледник Денмена (наиболее крупный в данном районе: длина 110 км, ширина 16 км; эквивалент объема данного ледника в повышении уровня моря — 1,5 м) с прилегающим ледником Нортклиффа, выводной ледник Скотта (длина 32 км, ширина 11 км) с прилегающим ледником Апфела (длина 40 км, ширина 10 км). Иногда эта группа ледников также именуется «система Шеклтон».

Современные скорости течения ледников этой системы неоднородны: наименьшие величины составляют 0,2 м/сут. (шельфовый ледник Шеклтона в районе купола Массон), наибольшие — 5 м/сут. (плавающий язык ледника Денмена). Скорости неоднородны и в пределах одного и того же ледника и возрастают от тыловой гра-

ницы к фронту: скорости течения ледника Шеклтона составляют от 0,2 до 1 м/сут., ледника Денмена — от 2 до 5 м/сут., ледника Скотта — от 1,2 до 3 и более м/сут.

Существенных изменений в структуре или скорости движения этой группы ледников за последние 60 лет не выявлено. С 2020 г. фиксируются кратковременные изменения скорости течения ледников Денмена (увеличение скорости движения выше линии залегания в период с 1972–1974 по 1989 гг. и, в меньшей степени, вплоть до 2008 г.) и Скотта (снижение скорости движения в период с 1972–1974 по 2016–2017 гг., и после 2020 г. значительное ускорение, до значений более 0,2 м/сут. в пределах фронта). На леднике Шеклтона севернее купола Массон присутствуют два крупных разлома, имеющих ширину 15 км при протяженности 40 км и ширину 5 км при протяженности 16 км. За период с 1960-х и по 2020-е гг. существенных изменений их геометрии не произошло, хотя наблюдается их расширение и увеличение протяженности, а также смещение к фронту ледника.

Положение фронта ледников постоянно изменяется, и наиболее значительные изменения приурочены к отёлам — откалыванию айсбергов. Для ледника Скотта эти изменения остаются в пределах 10 км. Изменение линии ледника Шеклтона неоднородно: откол айсбергов на западном участке произошел в 1991 г., и с тех пор часть этого льда остается на мели вблизи него; центральный участок за период с 1962 по 2021 г. продвинулся на 18 км. Наиболее масштабными отёлами отличается ледник Денмена. Ледяной «остров» был описан в 1910–1911 гг., но к 1930 г. исчез. Предположительно в конце 1940-х гг. в результате откола ледника Денмена образовался айсберг более 70 км в длину, и оставался виден к 1962 г. примерно в 100 км от ледяного фронта — айсберг получил название «остров Победа», в мае – августе 1962 г. здесь функционировала советская исследовательская станция Победа. В 1984 г. произошел еще один крупный отёл ледника Денмена, сформировался новый «остров» протяженностью 54 км, который исчез в 2003–2004 гг. К 1991 г. плавающая граница находилась примерно на 10–15 км южнее линии 1962 г., и с тех пор к 2025 г. сместилась на север на 61 км.

Восточнее оазиса Бангера и далее вдоль Берега Нокса расположены еще несколько малоизученных выводных ледников — Ременхуса, Киселёва, Ангарский, Дю-Бо, Снедекера, а также ледолом Трейси (см. рис. 2.3). Отдельно стоит отметить ледник Конгера, который исчез в 2022 г.

На восточном берегу моря Моусона расположен крупный ледниковый купол Лоу. Его абсолютные высоты составляют более 1300 м над уровнем моря, скорости движения льда оцениваются от 8 до 32 м/год. Тут же, у бухты Винсенс, находится еще одна группа выводных ледников: наиболее крупный ледник Вандерфорда (ширина 8 км, эквивалент объема ледника в повышении уровня моря — 0,67 м), ледники Адамса (длина 32–37 км), Бонда (Восточный и Западный), АНЗАК, Андервуда (длина 28 км).

Средние скорости ледников за 2000–2020 гг.: у тыловой линии скорости течения ледников составляют порядка 130–450 м/год, к фронту значительно возрастают — у ледника АНЗАК до 280 м/год, ледника Адамса до 550, Бонда (Восточного) до 650, Вандерфорда до 900 м/год, Андервуда до 1300, Бонда (Западного) — до 3400 м/год.

Для ледника Вандерфорда — самого быстроотступающего ледника Восточной Антарктиды — за 1996–2020 гг. отмечено отступление положения тыловой линии на 18,6 км, в то время как соседние крупные ледники Тоттена и Московского

Университета отступали с меньшей скоростью — 3,5 км и 13,8 км соответственно, а положение тыловой линии других ледников района оставалось стабильным. Причиной таких изменений считается поступление модифицированных циркумполярных глубинных вод в условиях специфического рельефа дна.

Изменения положений фронтов ледников этого района также связаны с отломами плавучей части. Наибольшая изменчивость отмечена для ледников Вандерфорда, Адамса и Андервуда. Ледник Вандерфорда в период с 1963 по 1990 г. отступил примерно на 5 км, в последующие 10 лет продвинулся вперед на 7 км, а в 2007–2010 гг. вновь отступил на 4 км. Ледник Адамса начиная с 1973 г. отступает, к 2022 г. сокращение составляло порядка 6,3 км.

Ледник Андервуда за период с 1973 по 1990 г. отступил примерно на 4 км; после плавучая часть продвигалась вперед, пока распад языка в 2020–2022 гг. не привел к отступлению льда примерно на 4,6 км, при этом отколовшиеся ледяные глыбы были отчетливо видны во фронтальной области морского льда. Ледники Бонда (Западный и Восточный) были сравнительно стабильны, положение фронта с 1973 г. и по настоящее время колеблется в пределах 1,5 км. Ледник АНЗАК в то же время продолжает продвижение вперед, к 2022 г. оно достигает порядка 2 км.

По данным спутниковой альтиметрии **ICESat** (Ice, Cloud, and Land Elevation Satellite) в период 2003–2019 гг. (Smith B. et al., 2020) для побережья моря Моусона

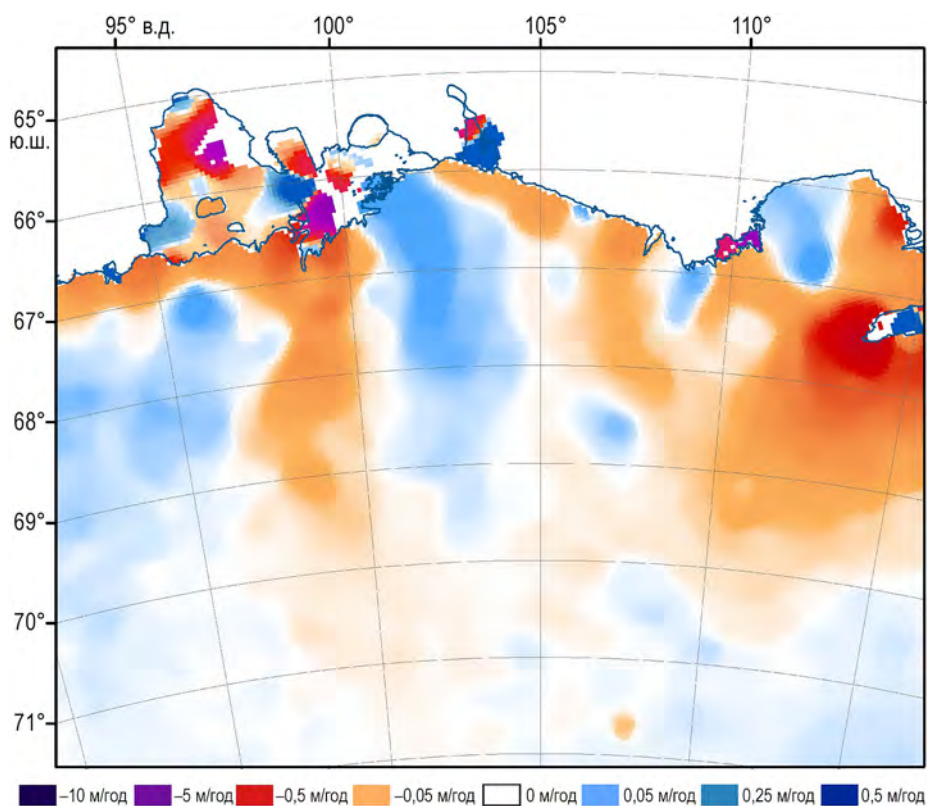


Рис. 2.4. Изменение мощности ледников: по данным ICESat, ICESat-2 (Smith B. et al., 2020)

в целом характерно уменьшение мощности ледников порядка $-0,05$ м/год (рис. 2.4). При этом в западной части купола Лоу отмечается рост порядка $+0,05$ м/год, а изменения мощности выводных ледников зависят от конкретного объекта. Так, для ледников Денмена, Дю-Бо, Бонда и Вандерфорда отмечается увеличение мощности (до $+0,05$ м/год), а для ледников Адамса и АНЗАК — уменьшение (до -5 м/год). В пределах шельфового ледника Шеклтона отмечаются зоны с изменениями от $+0,5$ до -5 м/год.

Тенденцию к длительному уменьшению мощности ледников в рассматриваемом районе показывают и данные о гравитационном поле Земли и его изменениях, полученные в рамках проекта **GRACE** (Gravity Recovery and Climate Experiment).

Рассмотрены изменения для района моря Моусона за 18.04.2002–16.10.2025 гг. (рис. 2.5); выбор периода обусловлен наличием данных в открытом доступе. Интерпретация данных кампаний GRACE и GRACE-FO дана по моделям JPL и CSR. Обе модели одинаково описывают тенденции к изменению мощности (формы графиков схожи); количественно результаты различаются до 5 см в. э. за 2002–2015 гг., от 5 до 20 см в. э. за 2016–2025 гг.

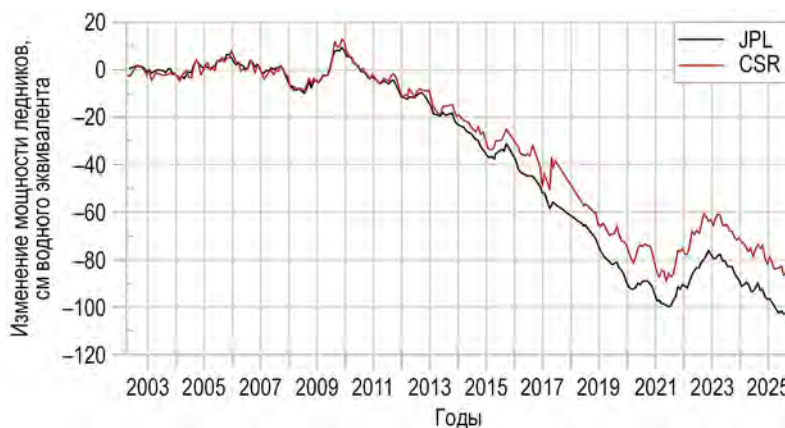


Рис. 2.5. Изменение мощности ледников в секторе (65–70° ю. ш., 95–115° в. д.) по данным GRACE, GRACE-FO, архив «LAND» (URL: <https://grace.jpl.nasa.gov/data-analysis-tool>)

В целом за 2002–2025 гг. наблюдается общая тенденция к уменьшению мощности, наибольшие потери происходили в 2021 г. и 2025 г.: порядка -85 см в. э. по модели CSR, порядка -100 см по модели JPL. При этом в 2002–2009 гг. изменения были незначительными (± 10 см в. э.); после 2009 г. началось направленное длительное снижение, на фоне которого в 2021–2022 гг. наблюдалось увеличение мощности порядка $+20$ см в. э.

Интерпретация данных GRACE и GRACE-FO по модели GFZ подтверждает для региона указанные тенденции, демонстрируя потери массы ледников (рис. 2.6), а также кратковременное изменение тенденции в 2020–2025 гг. (рис. 2.7).

Все это согласовывается с работой (Rignot E. et al., 2018), согласно которой в период с 1979 по 2017 г. для рассматриваемого района характерна потеря массы; в т. ч. для ледников бухты Винсенс она составила порядка -49 Гт, для ледника Денмена около -191 Гт.

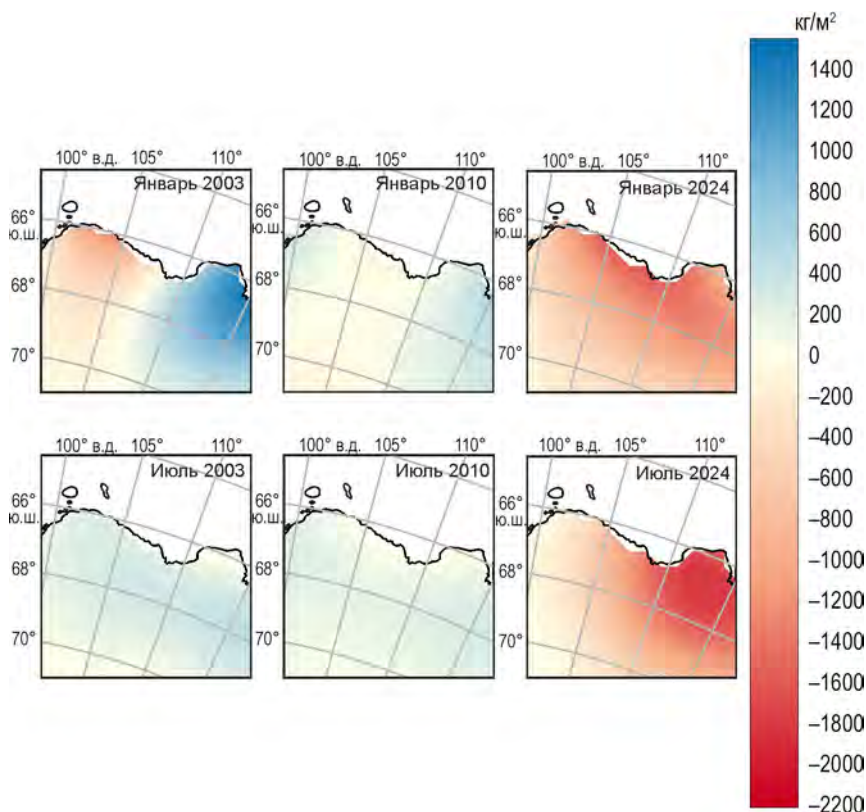


Рис. 2.6. Изменение массы ледников района моря Моусона в январе/июле 2003, 2010, 2024 гг. По данным (GravIS: gridded ice-mass changes and basin-averaged ice-mass changes — URL: <https://gravis.gfz.de/ais>)

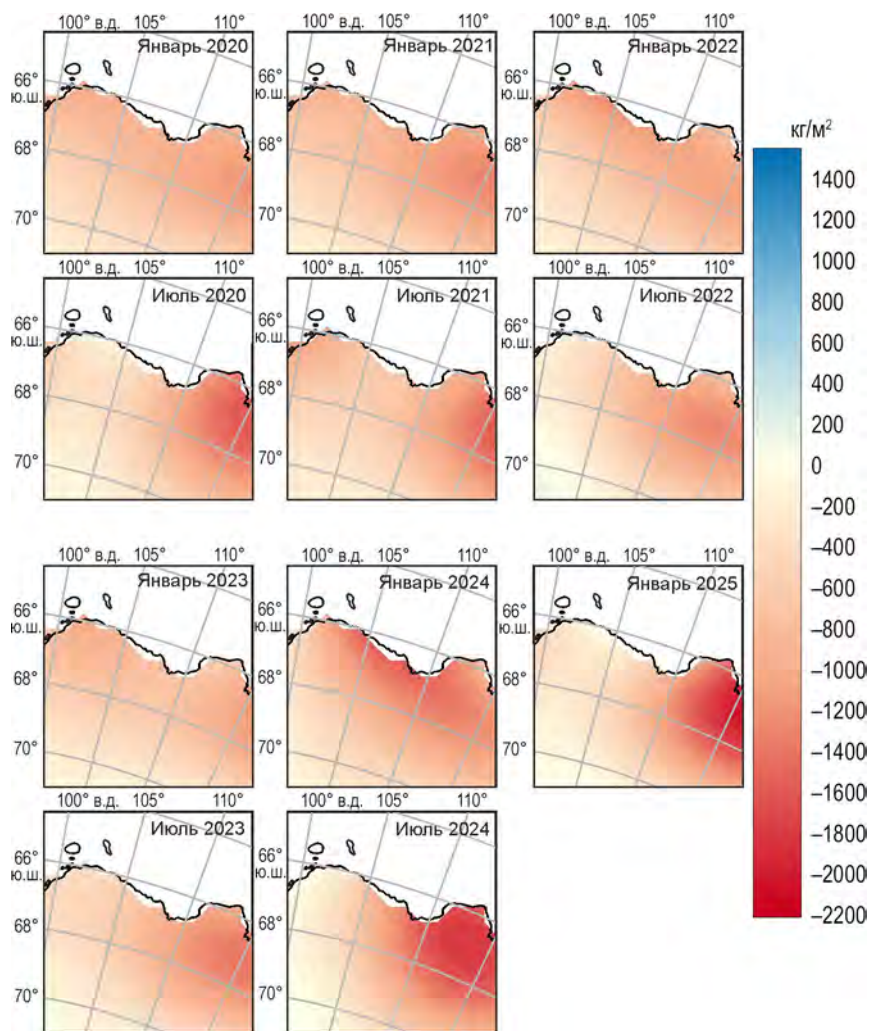


Рис. 2.7. Изменение массы ледников района моря Моусона в январе/июле 2020–2025 гг.
По данным (GravIS — URL: <https://gravis.gfz.de/ais>)

Водные объекты суши

В пределах оазисов Бангера, Гирсона и Обручева расположены озера, различающиеся по морфометрическим характеристикам, солености и гидрологическому режиму. Некоторые являются эфемерными — формируются за счет талого притока и высыхают к концу лета, однако большинство водоемов существуют постоянно.

В оазисе Холмы Бангера существует несколько сотен водоемов, среди которых есть эпишельфовые, приледниковые и горько-соленые озера. Самым крупным и наиболее изученным с точки зрения гидрологии является озеро Фигурное (площадь порядка 14 км², максимальная глубина 137 м). Как и большинство озер этой территории, оно является пресным, питается талыми водами ледника и снежников, вскрывается ото льда в теплый период года. Известны и прорывающиеся водоемы: пример — озеро Далёкое, при периодических сбросах воды которого уровень падает на 5 м. Особой категорией являются эпишельфовые озера (например, Полянского, Белых Дымов), имеющие гидравлическую связь с морем, что подтверждается выраженными приливно-отливными колебаниями. Амплитуды в основном составляют 1,2–1,3 м, имеют неправильный полусуточный характер, что типично для моря Моусона; в бухте Извилистой колебания затруднены осушающимися грядами со стороны залива Транскрипции, имеют амплитуду 0,7–0,8 м, отмечается правильный суточный характер колебаний. Озера оазиса Обручева изучены слабо. Здесь расположено порядка 10–15 водоемов, наиболее крупные из них являются эпишельфовыми.

На островах и полуостровах оазиса Гирсона существует более 20 водоемов. Примером является озеро Белл: оно расположено на севере одноименного острова на высоте 28 м над уровнем моря. Максимальная измеренная глубина составляет 6,2 м. В настоящее время соленость вод озера изменяется от поверхности ко дну в пределах 3–30 ЕПС. В теплый период года озеро на 2–3 месяца вскрывается ото льда, ледовый покров в зимний период может превышать 2 м.

Почвы

В районе оазиса Гирсона толщина активного слоя составляет от 0,3 до 0,8 м, в оазисе Бангера — до 1,1 м. Почвы развиты слабо. Процессы почвообразования включают подкисление, гумификацию, редоксиморфизм; в местах колоний пингвинов имеет место подзолизация. В областях с «узорчатым грунтом» встречаются *Naploturbels*, в понижениях, где есть водонасыщение выше вечной мерзлоты, — *Aquiturbels*, а в песчаных областях — *Psammoturbels*; на сухих хребтах присутствуют *Naplorthels*, а в местах пингвиных колоний — *Spodorthels*. *Fibristels* и *Nemistels* встречаются в торфяных понижениях, а *Folistels* существуют в неглубоких понижениях коренных пород. Многие из почв имеют коренные породы в пределах верхних 0,5 м и классифицируются в подгруппы *Lithic*.

Биота

Как и в других районах Антарктики, биота в основном распространена в пределах оазисов, где природные условия менее суровы, и в море. В рассматриваемом регионе есть несколько особо охраняемых районов (ООРА), где или были найдены уникальные биологические виды, или было отмечено особое разнообразие биоты: ООРА № 160 «Острова Фразье», ООРА № 135 «Северо-восточная часть полуострова Бейли», ООРА № 136 «Полуостров Кларк», ООРА № 103 «Остров Ардери и остров Одберт».

Растительность на суше в пределах оазисов представлена лишайниками, водорослями, мхами. В оазисе Бангера известно около 60 видов лишайников, 16 видов мхов. В оазисе Обручева были изучены мхи *Bryum pseudotriquetrum* и редкий *Orthogrimmia sessitana*. Самый крупный компонент флоры оазиса Грирсона составляют лишайники. Среди беспозвоночной фауны здесь помимо нематод и тихоходок были обнаружены антарктическая блоха (*Glaciopsyllus antarcticus*) в гнездах серебристо-серых буревестников, антарктическая вошь (*Antarctophthirus ogmorhini*) на тюленях Уэдделла, несколько видов вшей и пухоедов на птицах, а на п-ве Бейли — свободноживущий антарктический клещ (*Nanorchestes antarcticus*).

В районе распространены пингвины Адели (*Pygoscelis adeliae*) — гнездятся на п-ве Бейли и в 1,5 км к западу от станции Кейси; малые снежные буревестники (*Pagodroma nivea*), качурки Вильсона (*Oceanites oceanicus*), южнополярные поморники (*Catharacta maccormicki*) — гнездятся в оазисах Грирсона и Бангера; капские буревестники (*Daption capense*), серебристо-серые буревестники (*Fulmarus glacialis*), антарктические буревестники (*Thalassoica antarctica*) — гнездятся в оазисе Грирсона; императорские пингвины (*Aptenodytes forsteri*) — известно несколько гнездовых колоний, одна из наиболее крупных расположена в районе банки Петерсен (*Petersen*) в 65 км к северо-западу от станции Кейси. На островах Фразье находится крупнейшая в континентальной Антарктике гнездовая колония южного гигантского буревестника (*Macronectes giganteus*).

Среди морской биоты встречаются несколько видов криля (в т. ч. *Euphausia superba*, *Euphausia crystallorophias*), 39 видов офиур, различные рыбы (антарктический клыкач (*Dissostichus mawsoni*), антарктический плосконос (*Bathyraco antarcticus*), антимора (*Antimora rostrata*), ликод (*Rhigophila dearborni*), ледяная щука (*Chionobathyscus dewitti*), макрурус Витсона (*Macrourus whitsoni*) и др.), несколько видов китов (в т. ч. малый полосатик (*Balaenoptera acutorostrata*), финвал (*Balaenoptera physalus*), кашалот (*Physeter macrocephalus*), косатка (*Orcinus orca*)), тюлени (тюлень Росса (*Ommatophoca rossii*), тюлень Уэдделла (*Leptonychotes weddellii*), тюлень-крабод (*Lobodon carcinophagus*), морской леопард (*Hydrurga leptonyx*)).

3. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ПОЛЕВОЙ БАЗЫ ОАЗИС

Впервые полевая база в оазисе Бангера была организована в 1956 г. и получила название Оазис. Создание базы, на тот момент получившей статус полярной станции, проводилось в 1-ю Комплексную антарктическую экспедицию (КАЭ). Доставка грузов и людей в оазис Бангера осуществлялась воздушным путем со станции Мирный — на самолетах Ли-2, Ан-2, в январе 1956 г. также на вертолете Ми-4. Временный лагерь организовали 23.01.1956 г., в апреле того же года были доставлены необходимые для строительства грузы. Место для строительства станции выбрали по результатам серии рекогносцировочных полетов за 06–27.08.1956 г. Основные работы по созданию станции начаты 19.09.1956 г. В сентябре начали сборку жилых домов, построили два домика Шапошникова (ПДШ-4а) с каменными цоколями, в которых организовали жилые помещения, радиостанцию, столовую; позже построили третий домик для жилья и вертолетную площадку. Станция Оазис была открыта 15.10.1956 г. К 1958 г. на территории станции появились сейсмический, аэрологический, магнитный павильоны, метеоплощадка, камера для съемки полярных сияний; в двух сборно-щитовых домиках были организованы аэрологический и метеорологический кабинеты, радиостанция, лаборатория земных токов и полярных сияний, электростанция, кают-компания, жилые комнаты и теплый склад. Всего было проведено три зимовки: в 1956, 1957 и 1958 гг. с численностью составов от 2 до 8 человек. Доставка грузов осуществлялась со станции Мирный самолетами: летом — на ледяной аэродром в 15 км от станции и далее оттуда вертолетом, зимой — на лед озера Фигурное.



Рис. 3.1. Полевая база Добровольский, современный вид (фото С.В. Кашина, 2024 г.)

Станция Оазис была законсервирована 17.11.1958 г., позже, 23.01.1959 г., была передана Польской Народной Республике и переименована в честь А.Б. Добровольского (рис. 3.1); польская экспедиция в этот же год провела работы по гравиметрии, четвертичной геоморфологии и геологии. В следующий раз польские исследователи посещали станцию в 1966 г. в составе САЭ, а затем станция не использовалась вплоть до 1978/79 гг., когда была организована экспедиция из 14 человек под руководством В. Кржеминского (*Wojciech Krzemiński*); были проведены исследования в области метеорологии и климатологии, гляциологии, геоморфологии и четвертичной геологии, а также астрономические, гравиметрические и магнитные наблюдения и геодезическо-фотограмметрическая съемка. С тех пор станция им. А.Б. Добровольского периодически посещалась экспедициями разных стран, в т. ч. с конца 1980-х гг. периодически — советской антарктической экспедицией, в 2010 г. австралийской экспедицией, в сезон 2013/14 гг. российской экспедицией. В 1991 г. станция была передана во временное пользование Институту геофизики Польской академии наук, в сезон 2021/22 г. здесь работала польская экспедиция.

В 1985 г. было принято решение о возобновлении работ САЭ в оазисе Бангера. Открытие новой полевой базы — Оазис-2 (рис. 3.2, 3.3) — состоялось 18.01.1987 г. Место было выбрано в 300 м к западу от станции Добровольский. Объекты на территории включали служебно-жилой щитовой дом из панелей (ПДКО), палатку КАПШ-1 для дизельной электростанции, балок-склад. В 2 км к юго-востоку от станции располагался аэродром на скально-грунтовой основе. Позже появились несколько строений типа домиков ПДКО и вагончиков, где размещались кают-компания, жилой дом, радиодом, ДЭС, баня, микробиологическая лаборатория. Из техники на начало работы имелись два вездехода ГАЗ-71, снегоход «Буран», катер «Прогресс», пластиковая лодка и ял с подвесным мотором. В разные годы в оазисе Бангера дополнительно организовывали выносные палаточные лагеря; например, в сезон 1991/92 г. (37-я САЭ) был создан палаточный лагерь на озере Белых Дымов, в сезон 1993/94 гг. (39-я САЭ) — на острове Географов. База Оазис-2 получила статус сезонной и была закрыта в апреле 1994 г.

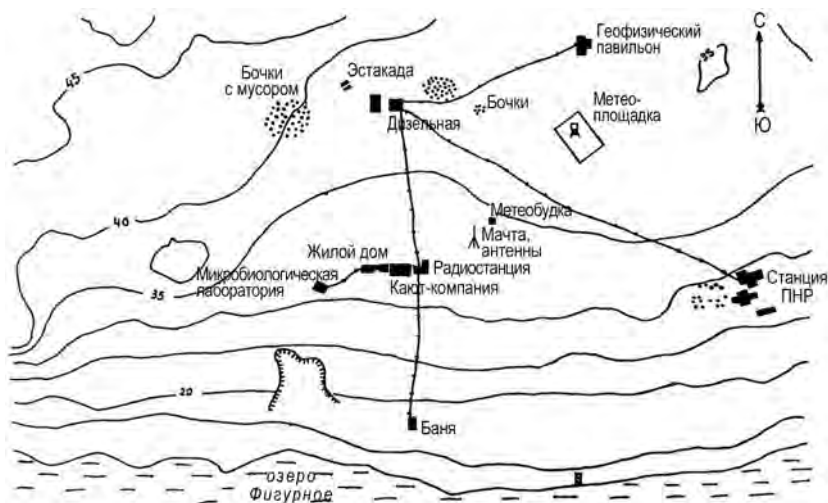


Рис. 3.2. Схема станции Оазис-2, масштаб 1:2000

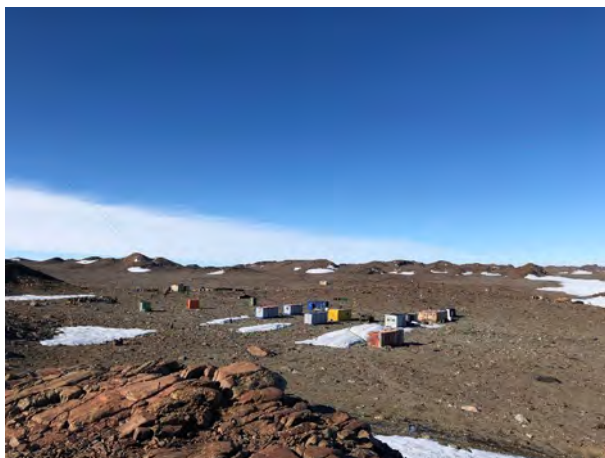


Рис. 3.2. Станция Оазис-2, современный вид (фото С.В. Кашина, 2024 г.)

В последующие годы полевая база посещалась редко; с 59-й РАЭ (2013/14 гг.) посещения стали более регулярными, однако ограничивались теплым периодом года и по продолжительности в некоторые сезоны занимали всего несколько дней, когда были приурочены к проверке работы автоматической метеостанции.

Научные наблюдения на станции

В период 1956–1958 гг. на станции Оазис проводились круглогодичные научные работы (аэрометеорологические, сейсмические, геомагнитные, гляциологические), а также наблюдения за полярными сияниями и земными токами. Были выполнены различные исследования на территории оазиса вне станции — геологические, гляциологические, геоморфологические, гидрологические, биологические, а также касающиеся изучения многолетней мерзлоты, земного магнетизма и гравиметрии.

Польская Академия наук выполняла исследования в области гравиметрии, геоморфологии, геологии, метеорологии и климатологии, гляциологии, астрономии, геофизики, геодезии.

С 1985 года на протяжении семи сезонов проводилось изучение природных условий и особенностей оазиса Бангера — гидрологические, гидрохимические, палео-географические, геоморфологические, микробиологические исследования и подводные наблюдения — силами САЭ/РАЭ и в формате международного сотрудничества.

В современный (после 2013 г.) период проводились обширные геологические (в т. ч. аэрогеологические) работы, выполнялся сбор метеорологических данных с помощью автоматической метеостанции, а также эпизодические гидрохимические и биологические работы.

История исследований района

Одним из первых в море Моусона побывало судно «Винсенс» (*Vincennes*) (США) под руководством Ч. Уилкса (*Charles Wilkes*) в 1839 г., в ходе этой экспедиции было описано несколько участков побережья в районе Берега Нокса; примерно в то же время в 1838–1839 гг. в данном районе побывали суда «Элайза Скотт» (*Eliza Scott*) и «Сабрина» (*Sabrina*) британской экспедиции под руководством Д. Баллени (*John Balleny*).

Следующая экспедиция побывала в этом районе только в 1912 г., когда судно «Орора» (*Aurora*), входившее в состав экспедиции Д. Моусона (*Douglas Mawson*), подыскивало место для высадки Западной партии под руководством Ф. Уайлда (*Francis Wild*). Во время экспедиции 1934–1935 гг. море Моусона посещало норвежское судно «Торсхавн» (*Thorshavn*) под руководством К. Миккельсена (*Klarius Mikkelsen*), в 1951 г. — британское судно «Дискавери-II» (*Discovery II*) под руководством Г. Хердмена (*Henry Herdman*). Масштабные исследования проводились в рамках операции «Хайджамп» (*Highjump*) в 1946–1947 гг. под руководством Р. Бэрда (*Richard Byrd*): были описаны значительные участки ранее неизученного побережья, проведены океанографические работы, среди географических открытий наиболее существенным стало открытие оазиса Бангера в феврале 1947 г. Изучение района продолжилось в 1947–1948 гг. во время операции «Уиндмилл» (*Windmill*) под руководством Дж. Кетчема (*Gerald Ketchum*).

Во второй половине 1950-х гг. в связи с подготовкой и проведением Международного геофизического года океанографических работ стало больше. С середины 1950-х гг. были организованы экспедиции в рассматриваемый район, он стал ежегодно посещаться судами как для снабжения полярных станций и выполнения наземных исследований, так и для проведения морских работ. В 1956 г. в оазисе Бангера была организована станция Оазис (СССР), а спустя год в бухте Винсенс была открыта научная станция Уилкс (*Wilkes Station*) (США), позднее переданная Австралии и переименованная в Кейси (*Casey Station*). С тех пор суда стали регулярно посещать данный район, увеличился и объем морских работ.

Так, в море Моусона работали американская и австралийская антарктические экспедиции, в конце XX и начале XXI века — японские и австралийские ученые. Работы также велись с борта научно-поисковых судов Министерства рыбного хозяйства СССР в связи с поиском и освоением новых районов промысла рыбы и криля; в разные годы море Моусона посещали суда САЭ и РАЭ, в т. ч. дизель-электроход «Обь», НИС «Профессор Зубов», НЭС «Академик Федоров», НЭС «Академик Трёшников». Среди работ последних лет — экспедиции на судне «Поларштерн» 2023–2024 и 2024–2025 гг., работы на НЭС «Академик Трёшников» в декабре 2024 г. в рамках Международной антарктической вдольбереговой циркумполярной экспедиции (*International Antarctic Coastal Circumnavigation Expedition — ICCE*), в 2023 г. работы судна «Нуина» (*Nuyina*) в бухте Винсенс. Большой объем морских работ в виде разрезов и многосуточных станций был выполнен в рамках РАЭ с борта НЭС «Академик Федоров»: в 2017, 2018, 2022 и 2024 гг. — в бухте Малыгинцев, в 2022 г. — в бухте Винсенс и в 2025 г. — в бухте Миловзорова.

Наземные исследования в районе стали проводить после создания станций и полевых баз; они были сосредоточены на изучении оазисов и прилегающих к ним ледников. Изучение оазиса Бангера включало несколько лет круглогодичных наблюдений (аэрометеорологических, сейсмических, геомагнитных, гляциологических) на станции Оазис в 1956–1959 гг. В разные годы проводились сезонные работы на полевых базах Оазис-2 (СССР, РФ), станции им. А.Б. Добровольского (*A.B. Dobrowolski Polar Station*) (Польша) — бывшей станции Оазис, на базе Эджворт-Дэвид (*Edgeworth David Base*) (Австралия), созданной в 1985 г., а также во временных выносных лагерях. Ученые различных стран выполняли геологические, гляциологические, геоморфологические, гидрологические, биологические, гравиметрические исследе-

дования, изучение многолетней мерзлоты и земного магнетизма, организацию автоматических метеорологических измерений. В XX веке силами САЭ проводилось обследование расположенного неподалёку оазиса Обручева. На станции Кейси (до 1969 г. — станция Уилкс) в оазисе Грирсона ведутся круглогодичные и сезонные метеорологические и аэрологические, геодезические работы, изучение изменений климата, исследования в областях геофизики, гляциологии, гидрологии, биологии, экологии, медицины, почвоведения; в 1960–1980-х гг. организовывались внутриконтинентальные санно-гусеничные походы.

ИСТОЧНИКИ

Smith B. et al. (2020) Pervasive ice sheet mass loss reflects competing ocean and atmosphere processes. *Science*, 368(6496), 1239–1242. DOI:10.1126/science.aaz5845.

Rignot E. et al. (2019) Four decades of Antarctic Ice Sheet mass balance from 1979–2017. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(4), 1095–1103. DOI:10.1073/pnas.1812883116.

4. ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ МОРЯ МОУСОНА

Данный раздел посвящен описанию крупномасштабных особенностей океанологического режима данного района. Вводная часть раздела включает части, посвященные описанию существующих и использованных для анализа баз данных наблюдений за океанологическим режимом, а также описанию современных представлений об океанологическом режиме моря Моусона.

4.1. ОБЩАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ ВОД МОРЯ МОУСОНА

Рельеф дна моря Моусона типичен для окраинных морей Восточной Антарктиды, расположенных на шельфе. Ширина шельфа находится в пределах от 80 до 250 километров, наибольшее развитие шельф получил в секторе 97–102° в. д., наименьшее — в восточной части ледника Шеклтона. Значительную часть шельфа составляют относительно ровные участки с глубинами до 300 м, прорезаемые узкими котловинами и каньонами глубиной до 700 м. Характерной особенностью моря Моусона является меридионально направленный желоб, подходящий к бухте Винсенса и простирающийся до 65° ю. ш., ширина его достигает 40 миль, глубины превышают 1000 м, наибольшие глубины (до 1920 м) обнаружены к западу от островов Уиндмилл. В наиболее широкой части моря в районе Берега Нокса имеется прибрежная котловина с глубинами до 700 м, отделенная от открытого моря относительно мелководным порогом с глубинами 300–400 м. С западной стороны эта котловина сливается с продольным желобом, простирающимся параллельно берегу и проходящим под ледником Шеклтона. На мелководных участках и банках, особенно в западной части моря, нередко возникают «острова», представляющие собой гигантские столовые айсберги, севшие на мель. Данные острова могут существовать продолжительный период времени (более 10 лет) и серьезно влиять на циркуляцию водных масс и ледовый режим. В северной части моря континентальный склон переходит в Австрало-Антарктическую котловину, местами сильно выступая к северу в виде отрогов и подводных плато с глубинами 1500–2000 м.

Для получения картины крупномасштабной циркуляции были рассчитаны аномалии динамических высот. Отсчетные поверхности при расчете динамической топографии были выбраны для отражения циркуляции поверхностных (50/300 дбар) и глубинных (50/500 дбар) вод. Кроме того, расчет относительно 300 дбар позволил включить в общую схему шельфовую область моря Моусона для получения более полной картины циркуляции в круговороте.

На карте динамической топографии выделяются два циклонических круговорота в виде депрессии динамических высот: в бухте Винсенса и в каньоне Победы. Карты ярко демонстрируют зависимость циркуляции от береговой линии и линии бровки шельф — склон, также влияние оказывает донная топография — банка Дженлуис. Вдольбереговые депрессии динамических высот связаны с преобладающими ветрами восточного направления, обуславливающими существование полынй в этих областях, где в зимний период формируется плотная шельфовая вода.

Для формирования гидрологического режима моря Моусона определяющими процессами являются осенне-зимняя конвекция, прогрев и распреснение поверхностного слоя, проникновение на шельф модифицированных циркумполярных глубинных вод (МЦГВ) и взаимодействие водных масс с шельфовыми ледниками. В летний период по мере прогревания поверхности моря и таяния льда формируется более теплый и распресненный слой летних вод (ЛВ) и сезонный пикноклин, который экранирует всю толщу воды и препятствует развитию вертикальной конвекции. Вместе с антарктическими зимними водами (АЗВ) они образуют слой антарктических поверхностных вод (АПВ), которые при выходе с шельфа распространяются в поверхностном слое в океан или распространяются на запад с Антарктическим прибрежным течением. В холодный период происходят выхолаживание поверхностного слоя и осолонение вследствие льдообразования, которые приводят к развитию конвекции, являющейся определяющим процессом в образовании АЗВ и антарктических шельфовых вод (АШВ) с потенциальной температурой (θ), близкой к температуре замерзания.

По современным представлениям АЗВ являются молодыми водами с $\theta = -1,9...-1,8$ °C, близкой к температуре замерзания, и $S < 34,3$ ЕПС, которые образовались непосредственно из поверхностного слоя при конвекции и занимают подповерхностный слой, если сформирован распресненный слой АПВ, или поверхностный слой при его отсутствии. Антарктическими шельфовыми водами обозначаются воды более плотные, чем АЗВ, с такой же $\theta = -1,9...-1,8$ °C, но с большей соленостью ($S > 34,3$ ЕПС), занимающие придонный слой и идентифицируемые в толще по максимальной плотности. По мере накопления плотных АШВ на шельфе происходит перенос вод на север к бровке. При выходе более плотных, чем окружающие океанические воды, АШВ на бровку шельфа, вследствие резкого увеличения уклона дна, начинается гравитационный сток АШВ, сопровождаемый смешением с более теплыми и солеными циркумполярными глубинными водами.

Важным процессом при формировании структуры вод на шельфе моря Моусона является заход МЦГВ, которые обеспечивают дополнительный поток тепла и соли из океана на шельф. Для уточнения картины циркуляции и исследования особенностей распространения и трансформации ЦГВ были построены карты распределения глубины залегания и потенциальной температуры слоя максимальных температур ($T_{\max}$). МЦГВ являются продуктом смешения относительно теплых и соленых ЦГВ с холодными АШВ. МЦГВ идентифицируются в области шельф — склон по относительным максимумам солености, температуры, концентрации фосфатов и абсолютному минимуму концентрации кислорода.

4.2. ОПИСАНИЕ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Для описания океанологического режима моря Моусона были использованы данные, полученные с научных судов, буев Argo, с датчиков, установленных на морских млекопитающих.

Судовые наблюдения

В январе 1957 г. на побережье моря Моусона в бухте Винсенс была открыта научная станция Уилкс (США), позднее переданная Австралии и переименованная в Кейси. На шельфовом леднике Шеклтона в оазисе Бангера была создана советская сезонная станция Оазис. С открытием станции Уилкс (Кейси) рассматриваемый район стал ежегодно посещаться судами американской и австралийской антарктических

экспедиций. Море Моусона посещали и суда САЭ — д/э «Обь», НИС «Профессор Визе», НИС «Профессор Зубов» и НЭС «Академик Федоров». В конце XX и начале XXI века активно работали в этом районе и японские ученые.

На сегодняшний день в акватории моря количество судовых океанологических станций невелико, а данные наблюдений, выполненных с борта НЭС «Академик Федоров», являются практически уникальными для западной части моря. НЭС «Академик Федоров» семь раз работало в западной части моря (район бухты Малыгинцев, в 1988, 2018–2025 гг.). На рисунке 4.1 отмечено положение океанографических разрезов, выполненных судами в море Моусона.

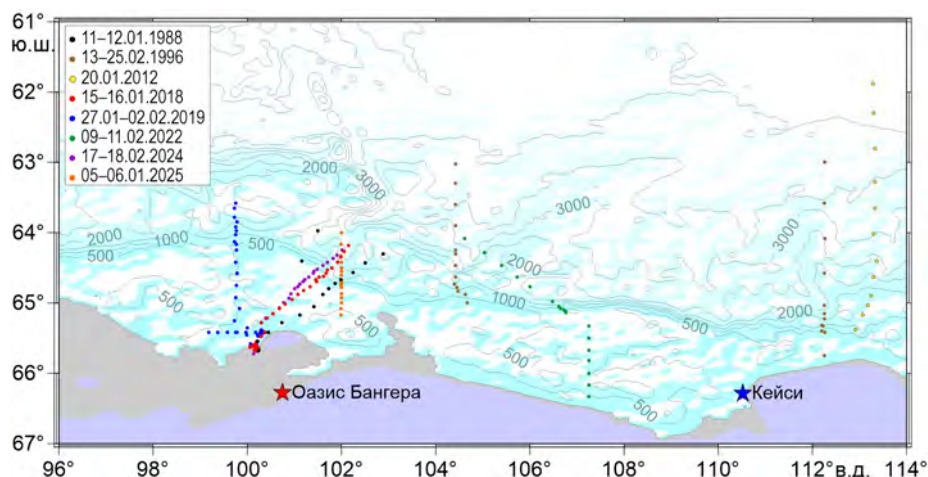


Рис. 4.1. Положение океанографических разрезов, выполненных судами в море Моусона

В целом на сегодняшний день база данных судовых океанологических наблюдений для района моря Моусона содержит данные, полученные на 628 гидрологических станциях за период с 1938 по 2025 гг. В силу сложной ледовой обстановки обеспеченность судовыми данными носит ярко выраженный сезонный характер.

Наряду с гидрологическими наблюдениями проводились и исследования гидрохимических характеристик на разрезах. Эти данные приведены в соответствующем приложении по каждому разрезу в отдельности.

Дрейфующие буи Argo

Argo — это глобальная система непрерывного наблюдения за океаном при помощи свободно дрейфующих буев. Она была запущена в 2000 году. Ежегодно в океан выпускается порядка 800 буев. Датчики, установленные на буях Argo, измеряют температуру, соленость и давление, а также фиксируют координаты и скорость дрейфа буя между погружениями.

При подготовке пособия использовались данные наблюдений с буев Argo, попавших во время своего дрейфа в пределы выбранной акватории. Наибольшее количество данных относится только к глубоководной части района, и практически все получены севернее 65° ю. ш., в области глубин более 1000 м, практически без захода в область шельфа. При этом наблюдения имели место в течение всего года. Общее число точек зондирования для района — 2108, при этом на каждый

календарный месяц пришлось от 148 до 250 точек зондирования. Данные буев Argo использовались при построении карт горизонтального распределения температуры и солености на выбранных горизонтах.

В соответствующем разделе приложения приводятся таблица и карты изученности региона дрейфующими буями Argo.

Морские млекопитающие

Информация о вертикальной структуре вод, полученная с помощью датчиков, установленных на морских млекопитающих, появилась в 2004 г. Приборы со спутниковой связью (CTD-SRDL) были разработаны в начале 2000-х гг. для определения профилей температуры (T) и солености (S) во время ныряния морских млекопитающих.

В рамках программы «Изучение океанов от полюса до полюса при помощи морских млекопитающих» (MEOP) была создана единообразно калиброванная, однородная база данных гидрологических профилей. После того как была проведена калибровка, точность измерений была оценена в $\pm 0,05$ °C по температуре и $\pm 0,05$ ЕПС или лучше по солености для CTD-SRDL. В настоящем пособии эти данные были использованы для расчетов и построения карт и анализа водных масс.

База данных наблюдений для выделенного района содержит 12 251 профиль, из которых более 10 200 содержат наблюдения за температурой и соленостью, остальные — только за температурой. В приложении показано положение точек зондирования для тех и других видов наблюдений, распределение наблюдений по годам и месяцам.

4.3. ВОДНЫЕ МАССЫ

Для района исследований, как и для всей антарктической зоны Южного океана, характерно присутствие следующих основных типов водных масс: антарктической поверхностной воды (АПВ), циркумполярной глубинной воды (ЦГВ), антарктической донной воды (АДВ), антарктической шельфовой воды (АШВ). Характеристики всех типов вод в пределах района изменяются в значительных диапазонах. Анализ показывает, что указанная неоднородность связана с установленной схемой крупномасштабной циркуляции. Наиболее ярко она проявляется в топографии ядер и вертикальных границ водных масс.

Антарктическая поверхностная вода

Основными факторами, определяющими структуру и характеристики верхнего деятельного слоя океана — антарктической поверхностной воды, — являются приток солнечной радиации, соотношение осадков и испарения, процессы таяния и образования льда. Мощность слоя этой водной массы определяется глубиной проникновения зимней конвекции, вызываемой охлаждением и осолонением поверхностных слоев воды при ледообразовании. Летнему прогреву и распреснению подвергается лишь верхняя часть слоя, вследствие чего в летний период для антарктической поверхностной воды характерна двухслойная структура: верхний квазиоднородный слой — собственно АПВ — экранирует нижнюю часть слоя конвективного перемешивания, которую принято именовать антарктической зимней водой (АЗВ). В термической структуре вод АЗВ проявляется в виде слоя промежуточного минимума температуры (слой $T_{\text{мин}}$).

Трансформация антарктической поверхностной воды происходит не только вследствие сезонной изменчивости процессов взаимодействия океана и атмосферы, но и путем вертикального обмена с подстилающей ее теплой глубинной водой. Интенсивность такого обмена, определяемого взаимодействием процессов различных масштабов (диффузионные процессы, крупномасштабный и синоптический апвеллинг и т. д.), распределена в пространстве неравномерно, в значительной степени зависит от характера крупномасштабной циркуляции и донной топографии. В результате, несмотря на приблизительно зональное распределение притока солнечной радиации, распределение характеристик АПВ имеет незональный характер. В термической структуре в зимний период в районе бухты Винсенс отчетливо выделяется холодная область, соответствующая области существования полыньи.

Глубинные воды

Слой глубинных вод в антарктической зоне Южного океана характеризуется температурным и соленостным максимумами, первый из которых в пределах района исследований расположен на глубинах 200–600 м, второй глубже на 150–200 м. Основными крупномасштабными особенностями топографии слоев экстремумов является их заглубление вблизи материкового склона. Распределение температуры в слое $T_{\max}$ отражает перенос циркумполярной глубинной воды к югу как в виде средних течений, так и в виде вихревых движений. Область теплого режима исследуемой акватории характеризуется значениями температуры слоя 0,1–1,2 °С.

Приложение
ТАБЛИЦЫ И КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

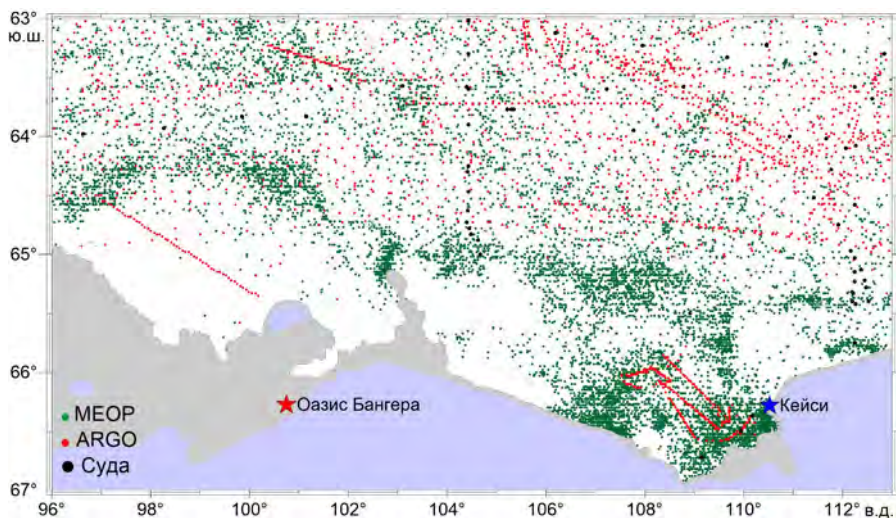
СОДЕРЖАНИЕ

Распределение данных океанографических наблюдений	29
Положение океанографических станций, выполненных для всех видов наблюдений в море Моусона за весь период наблюдений	29
Обеспеченность данными судовых наблюдений для моря Моусона	29
Распределение по годам и месяцам числа наблюдений по программе МЕОР в море Моусона (63—67° ю. ш.; 69—113° в. д.)	32
Распределение по годам и месяцам числа наблюдений по программе ARGO в море Моусона (63—67° ю. ш.; 69—113° в. д.)	33
Распределение данных наблюдений, полученных с помощью датчиков, установленных на буях Argo за весь период наблюдений (2008—2024 гг.)	34
Сезонное распределение данных наблюдений, полученных с помощью датчиков, установленных на буях Argo, за весь период наблюдений (2008—2024 гг.)	35
Распределение данных наблюдений, полученных с помощью датчиков, установленных на буях Argo, за каждый отдельный год с 2008 г. по 2024 г.	36
Распределение данных наблюдений, полученных с помощью датчиков, установленных на млекопитающих, за весь период наблюдений (2004—2025 гг.)	37
Сезонное распределение данных наблюдений, полученных с помощью датчиков, установленных на млекопитающих, за весь период наблюдений (2004—2025 гг.)	38
Распределение данных наблюдений, полученных с помощью датчиков, установленных на млекопитающих, за каждый отдельный год с 2004 г. по 2025 г.	39
Горизонтальное распределение гидрологических и гидрохимических характеристик ..	41
Потенциальная температура (°C) и соленость (ЕПС) воды на горизонте 10 м	41
Потенциальная температура (°C) и соленость (ЕПС) воды на горизонте 50 м	42
Потенциальная температура (°C) и соленость (ЕПС) воды на горизонте 100 м	43
Потенциальная температура (°C) и соленость (ЕПС) воды на горизонте 200 м	44
Потенциальная температура (°C) и соленость (ЕПС) воды на горизонте 300 м	45
Потенциальная температура (°C) и соленость (ЕПС) воды на горизонте 500 м	46
Потенциальная температура (°C) и соленость (ЕПС) воды на горизонте 750 м	46
Потенциальная температура (°C) и соленость (ЕПС) воды на горизонте 1000 м	47
Потенциальная температура (°C) и соленость (ЕПС) воды на горизонте 1500 м	47
Потенциальная температура (°C) и соленость (ЕПС) воды на придонном горизонте	47
Циркуляция вод	48
Динамическая топография поверхности 50 дбар относительно уровня 500 дбар (по комплексным данным)	48
Динамическая топография поверхности 50 дбар относительно уровня 300 дбар (по комплексным данным)	48
Водные массы	49
Характеристики слоя $T_{\min}$: потенциальная температура (°C), соленость (ЕПС), глубина залегания (м)	49
Характеристики слоя $T_{\max}$: потенциальная температура (°C), соленость (ЕПС), глубина залегания (м)	49

Океанографические разрезы, выполненные судами в море Моусона	50
Разрез 1 – НЭС «Академик Федоров», 1988 г.	50
Разрез 2 – «Aurora Australis», 1996 г.	51
Разрез 3 – «Aurora Australis», 1996 г.	52
Разрез 4 – «Aurora Australis», 2012 г.	53
Разрез 5 – НЭС «Академик Федоров», 2018 г., 63-я РАЭ	54
Разрез 6 – НЭС «Академик Федоров», 2019 г., 64-я РАЭ	56
Разрез 7 – НЭС «Академик Федоров», 2019 г., 64-я РАЭ	58
Разрез 8 – НЭС «Академик Федоров», 2022 г., 67-я РАЭ	60
Разрез 9 – НЭС «Академик Федоров», 2025 г., 70-я РАЭ	62

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДАННЫХ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Положение океанографических станций, выполненных для всех видов наблюдений в море Моусона за весь период наблюдений



Обеспеченность данными судовых наблюдений для моря Моусона

Судно	Страна	Программа	Кол-во станций	Даты выполнения станций		Наблюдаемые параметры
				Начало	Конец	
<i>Aurora Australis</i>	Австралия	World Ocean Circulation Experiment (WOCE)	28	13.02.1996	26.02.1996	T, S, O_2
<i>Aurora Australis</i>	Австралия	World Ocean Circulation Experiment (WOCE)	3	15.02.1996	26.02.1996	T, S
<i>Aurora Australis</i>	Австралия	-	4	06.02.1997	11.02.1997	T, S
<i>Aurora Australis</i>	Австралия	Australian Antarctic Program	3	05.02.2001	05.02.2001	T, S
<i>Aurora Australis</i>	Австралия	Australian Antarctic Program	10	13.01.2005	15.01.2005	T, S, O_2
<i>Aurora Australis</i>	Австралия	Australian Antarctic Program	1	20.01.2012	20.01.2012	T, S, O_2
<i>Aurora Australis</i>	Австралия	Australian Antarctic Program	1	20.01.2012	20.01.2012	T, S
<i>Discovery</i>	Англия	-	3	24.03.1936	25.03.1936	T, S

Судно	Страна	Программа	Кол-во станций	Даты выполнения станций		Наблюдаемые параметры
				Начало	Конец	
<i>Discovery</i>	Англия	-	1	24.03.1936	24.03.1936	T, S, O ₂ , PO ₄ , pH
<i>Discovery</i>	Англия	-	1	26.03.1936	26.03.1936	T, S, O ₂ , PO ₄ , Si, pH
<i>Discovery</i>	Англия	-	1	23.02.1951	23.02.1951	T, S
<i>Excellent</i>	Франция	-	3	04.02.1959	05.02.1959	T, S
<i>Thorshaven</i>	Норвегия	-	1	26.01.1934	26.01.1934	T, S, O ₂
<i>William Scoresby</i>	Англия	-	4	10.02.1936	11.03.1936	T, S
<i>Atka</i>	США	-	7	23.01.1958	27.01.1958	T, S
<i>Eltanin</i>	США	-	1	14.12.1970	14.12.1970	T, S, O ₂
<i>Eltanin</i>	США	-	1	14.12.1970	14.12.1970	T, S, O ₂ , PO ₄ , Si, NO ₃
<i>Glacier</i>	США	-	1	18.03.1956	18.03.1956	T, S
<i>Glacier</i>	США	-	4	07.02.1957	15.02.1957	T, S
<i>Knorr</i>	США	World Ocean Circulation Experiment (WOCE)	1	01.01.1995	01.01.1995	T
<i>Knorr</i>	США	World Ocean Circulation Experiment (WOCE)	3	02.01.1995	02.01.1995	T, S, O ₂ , PO ₄ , Si, NO ₃
<i>Staten Island</i>	США	-	5	02.02.1959	06.02.1959	T, S, O ₂
<i>Shirasagi</i>	Япония	-	1	05.03.1988	05.03.1988	T, S
<i>Shirase (Jsyu)</i>	Япония	World Ocean Circulation Experiment (WOCE)	1	07.03.1993	07.03.1993	T, S, O ₂ , PO ₄ , Si, NO ₃ , pH
<i>Suruga Maru</i>	Япония	-	2	05.03.1988	06.03.1988	T, S, O ₂ , PO ₄ , Si, NO ₃ , pH
<i>Aurora Australis</i>	Австралия	World Ocean Circulation Experiment (WOCE)	2	21.01.1994	23.01.1994	T, S, O ₂ , PO ₄ , Si
<i>Aurora Australis</i>	Австралия	World Ocean Circulation Experiment (WOCE)	7	03.01.1995	04.01.1995	T, S
«Адмирал Владимирский»	СССР	-	3	26.01.1983	28.01.1983	T, S
«Внушительный»	СССР	-	1	26.12.1964	26.12.1964	T, S
«Звезда Черноморья»	СССР	-	3	12.03.1984	16.03.1984	T, S, O ₂ , PO ₄ , Si
«Кара-Даг»	СССР	-	1	12.03.1974	12.03.1974	T, O ₂ , Si
«Кара-Даг»	СССР	-	3	12.03.1974	12.03.1974	T, S, O ₂ , Si
«Кара-Даг»	СССР	-	1	17.02.1977	17.02.1977	T
«Кара-Даг»	СССР	-	2	18.02.1977	21.02.1977	T, O ₂ , Si
«Кара-Даг»	СССР	-	2	18.02.1977	20.02.1977	T, S, O ₂ , Si
«Обь»	СССР	САЭ	1	06.03.1956	06.03.1956	T
«Обь»	СССР	САЭ	1	07.03.1956	07.03.1956	T, O ₂

Судно	Страна	Программа	Кол-во станций	Даты выполнения станций		Наблюдаемые параметры
				Начало	Конец	
«Обь»	СССР	САЭ	3	03.03.1956	06.03.1956	T, S
«Обь»	СССР	САЭ	2	04.03.1956	04.03.1956	T, S, O ₂ , PO ₄ , Si
«Обь»	СССР	САЭ	1	07.03.1956	07.03.1956	T, O ₂ , PO ₄ , Si, pH
«Обь»	СССР	САЭ	1	08.03.1956	08.03.1956	T, S, O ₂ , pH
«Обь»	СССР	САЭ	1	09.03.1956	09.03.1956	T, O ₂ , PO ₄ , Si, pH
«Обь»	СССР	САЭ	4	03.03.1956	09.03.1956	T, S, O ₂ , PO ₄ , Si, pH
«Обь»	СССР	САЭ	1	09.03.1956	09.03.1956	T, S, O ₂ , PO ₄ , Si, NO ₃ , pH
«Обь»	СССР	САЭ	2	09.04.1957	09.04.1957	T, S, O ₂ , PO ₄ , Si, NO ₂ , pH, Alk
«Обь»	СССР	САЭ	1	15.03.1961	15.03.1961	T, S
«Обь»	СССР	САЭ	1	08.02.1967	08.02.1967	T, S
«Обь»	СССР	САЭ	1	08.02.1967	08.02.1967	T, S, O ₂ , Si, pH
«Обь»	СССР	САЭ	2	20.01.1969	22.01.1969	T, S
«Обь»	СССР	САЭ	1	20.01.1969	20.01.1969	T, S, O ₂ , Si, pH
«Профессор Дерюгин»	СССР	-	1	17.04.1979	17.04.1979	T, S, O ₂ , PO ₄ , Si
«Профессор Дерюгин»	СССР	-	5	03.02.1980	25.04.1980	T, S, O ₂ , PO ₄ , Si
«Профессор Дерюгин»	СССР	-	2	13.01.1981	14.01.1981	T, S, O ₂ , PO ₄ , Si
«Профессор Зубов»	СССР	САЭ	2	04.01.1990	05.01.1990	T, S, O ₂ , PO ₄ , Si
«Слава»	СССР	-	12	20.02.1958	15.03.1958	T, S
«Свирепый»	СССР	-	1	13.01.1968	13.01.1968	T, S, O ₂
«Секущий»	СССР	-	1	28.12.1966	28.12.1966	T, S, O ₂
«Секущий»	СССР	-	2	26.01.1969	27.01.1969	T, S
«Секущий»	СССР	-	1	26.01.1969	27.01.1969	T, S, O ₂
«Чатыр-Даг»	СССР	АЗЧЕРНИРО	8	21.03.1983	07.04.1983	T, O ₂ , Si
«Академик Трёшников»	Россия	РАЭ	1	31.12.2019	31.12.2019	T, S
«Академик Трёшников»	Россия	РАЭ	2	01.01.2020	01.01.2020	T, S
«Академик Трёшников»	Россия	РАЭ	2	01.01.2020	01.01.2020	T, S
«Академик Федоров»	СССР	САЭ	12	11.01.1988	12.01.1988	T, S, O ₂ , PO ₄
«Академик Федоров»	СССР	САЭ	3	04.02.1989	05.02.1989	T, S, O ₂ , PO ₄ , Si, NO ₃ , NO ₂ , pH
«Академик Федоров»	Россия	РАЭ	27	12.01.2018	16.01.2018	T, S, O ₂ , PO ₄ , Si, NO ₃ , NO ₂
«Академик Федоров»	Россия	РАЭ	11	16.01.2018	16.01.2018	T, S

Судно	Страна	Программа	Кол-во станций	Даты выполнения станций		Наблюдаемые параметры
				Начало	Конец	
«Академик Федоров»	Россия	РАЭ	31	27.01.2019	30.01.2019	$T, S, O_2, PO_4, Si, NO_3, NO_2$
«Академик Федоров»	Россия	РАЭ	25	02.02.2019	15.02.2019	T, S
«Академик Федоров»	Россия	РАЭ	18	07.01.2022	17.01.2022	T, S, O_2, PO_4, Si
«Академик Федоров»	Россия	РАЭ	25	14.01.2022	16.02.2022	T, S
«Академик Федоров»	Россия	РАЭ	25	17.02.2024	18.02.2024	T
«Академик Федоров»	Россия	РАЭ	17	05.01.2025	06.01.2025	$T, S, O_2, PO_4, Si, NO_3, NO_2$

**Распределение по годам и месяцам числа наблюдений по программе МЕОР
в море Моусона (63–67° ю. ш.; 69–113° в. д.)**

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2004 TS	-	-	32	78	52	43	31	-	-	-	-	-
2004 T	-	-	14	43	54	63	46	-	-	-	-	-
2005 TS	-	-	14	25	-	-	-	-	-	-	-	-
2005 T	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-
2008 TS	-	76	112	69	14	-	-	-	-	-	-	-
2008 T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2009 TS	-	38	93	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2009 T	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010 TS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
2010 T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011 TS	-	3	25	-	-	11	-	-	-	-	-	-
2011 T	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012 TS	-	45	1368	2032	1170	434	70	80	150	179	64	-
2012 T	-	-	23	82	88	9	1	9	10	-	1	-
2013 TS	-	-	133	114	36	-	-	6	-	-	-	-
2013 T	-	-	11	19	268	-	-	7	-	-	-	-
2014 TS	-	-	62	48	16	-	-	-	-	-	-	-
2014 T	-	-	7	5	136	-	-	-	-	-	-	-
2015 TS	8	28	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015 T	6	19	38	63	-	-	2	18	-	-	-	-
2017 TS	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-
2017 T	-	-	-	-	163	-	-	-	-	-	-	-
2018 TS	-	-	-	12	20	4	-	-	-	-	-	-
2018 T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019 TS	-	104	220	51	50	4	-	-	-	-	-	-
2019 T	-	4	0	354	-	-	-	-	-	-	-	-
2020 TS	-	11	234	187	39	-	-	-	-	-	-	-
2020 T	-	98	61	21	-	-	-	-	-	-	-	-
2021 TS	-	404	425	133	19	-	-	-	-	-	130	-
2021 T	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-

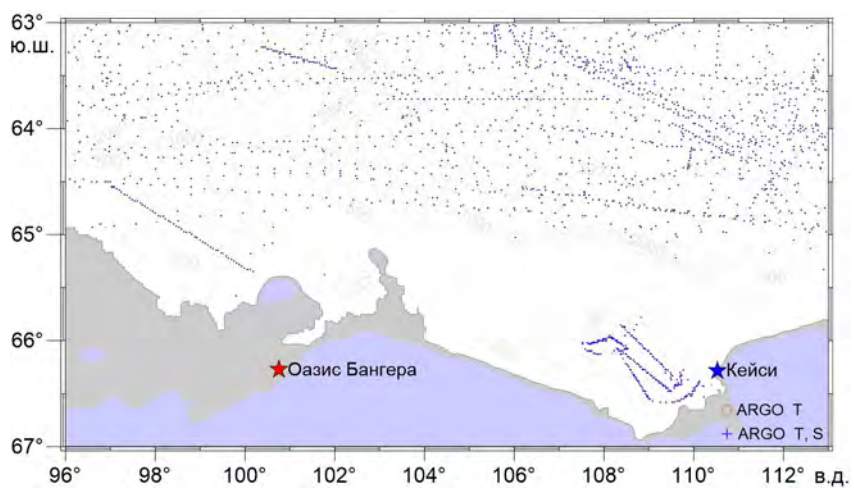
Окончание таблицы

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2022 TS	8	231	61	13	-	-	-	-	-	-	-	-
2022 T	-	124	156	9	2	22	-	-	-	-	-	-
2023 TS	-	95	112	69	-	-	-	-	-	-	-	-
2023 T	-	-	4	46	46	-	-	-	-	-	-	-
2024 TS	-	4	88	36	72	71	1	-	-	-	-	-
2024 T	-	-	1	6	116	34	16	-	-	-	-	-
2025 TS	14	122	281	37	-	-	-	-	-	-	-	-
2025 T	-	47	191	5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Сумма</i>												
TS	30	1161	3319	2904	1509	567	102	86	150	179	194	30
T	-	293	547	737	737	171	96	34	10	0	1	0

**Распределение по годам и месяцам числа наблюдений по программе Argo
в море Моусона (63–67° ю. ш.; 69–113° в. д.)**

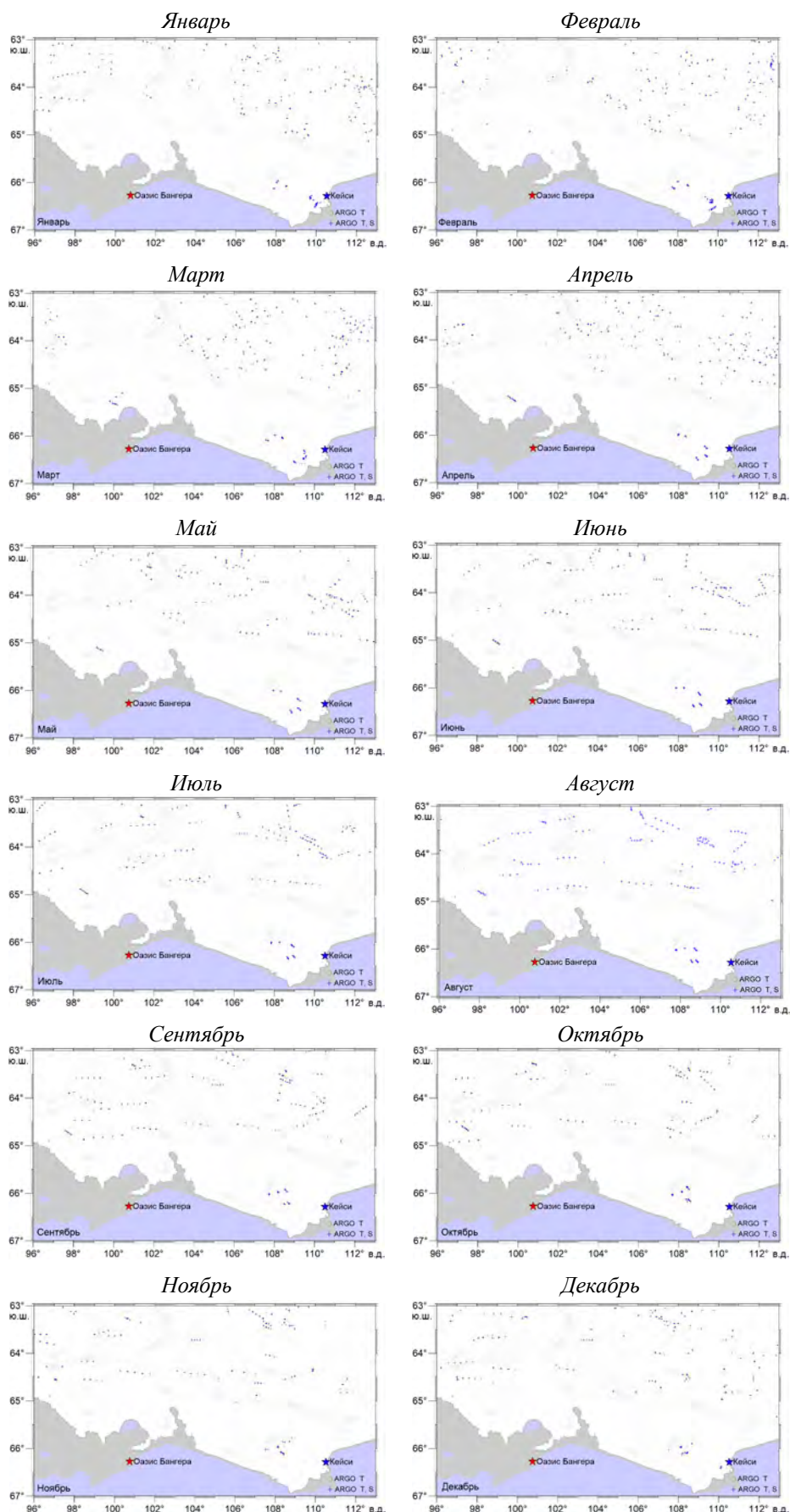
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2008	-	3	21	35	32	44	45	47	49	39	37	36
2009	37	32	38	35	38	37	33	32	28	25	29	33
2010	35	20	21	28	20	17	18	15	13	4	8	18
2011	20	23	19	22	16	12	17	11	12	12	10	1
2012	-	-	1	3	-	-	-	-	2	3	3	4
2013	8	3	3	3	3	3	3	3	4	6	6	7
2014	10	13	12	5	4	3	3	3	4	3	3	-
2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
2016	4	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3	5
2017	7	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3
2018	6	2	4	6	6	7	6	6	7	7	4	5
2019	12	7	7	6	3	3	2	-	-	-	-	3
2020	6	6	7	5	1	1	-	-	-	-	-	-
2021	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
2022	8	12	9	8	7	7	7	6	4	6	4	10
2023	25	21	15	16	16	17	17	14	12	9	13	12
2024	18	50	32	22	22	23	25	27	27	29	26	8
<i>Сумма</i>												
	196	200	195	200	177	180	182	170	168	149	149	150

Распределение данных наблюдений, полученных с помощью датчиков, установленных на буях Argo за весь период наблюдений (2008–2024 гг.)



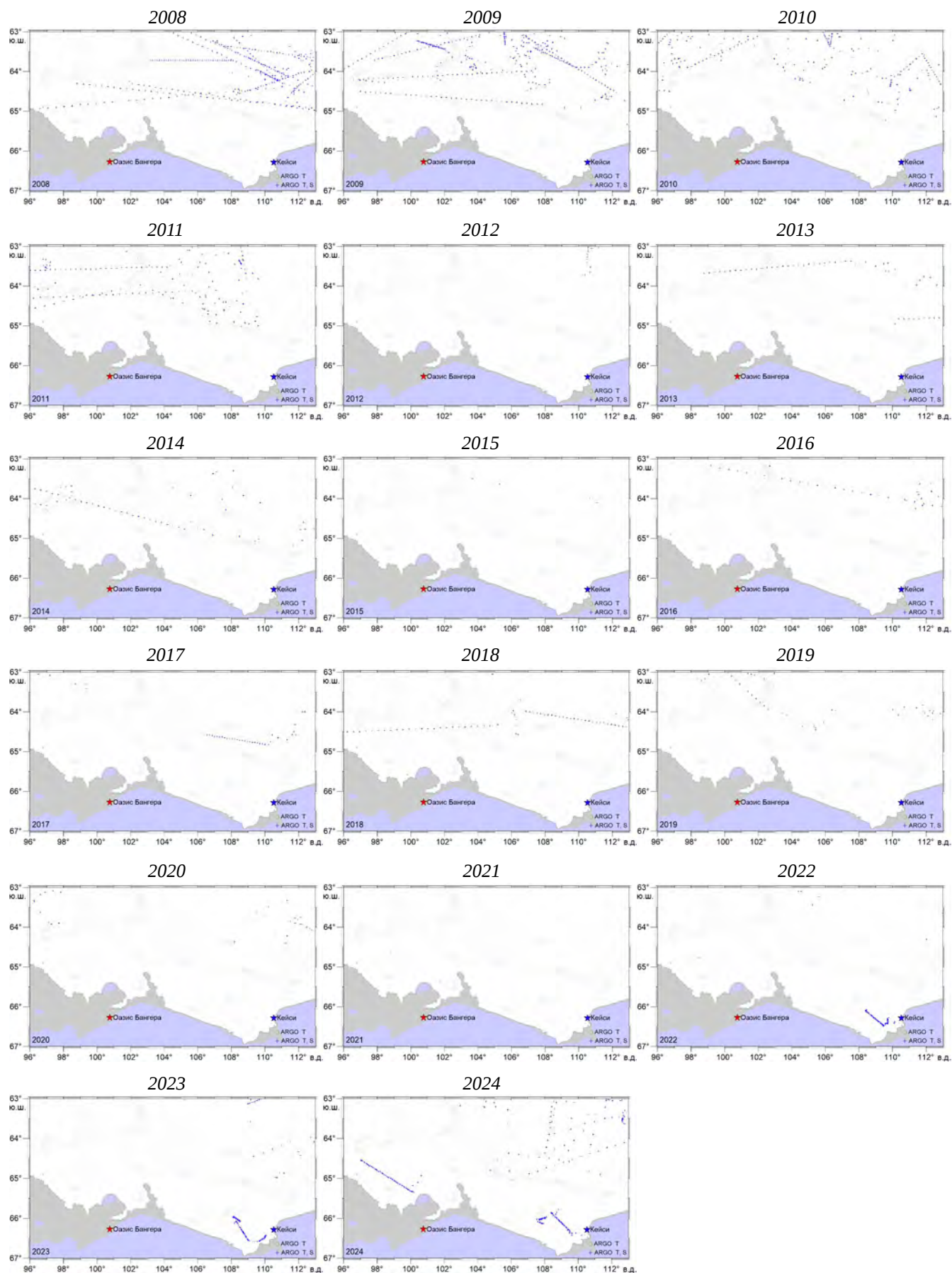
Сезонное распределение данных наблюдений, полученных с помощью датчиков, установленных на буях Argo, за весь период наблюдений (2008–2024 гг.)

Синие ромбы соответствуют измерениям температуры и солёности, красные — измерениям температуры

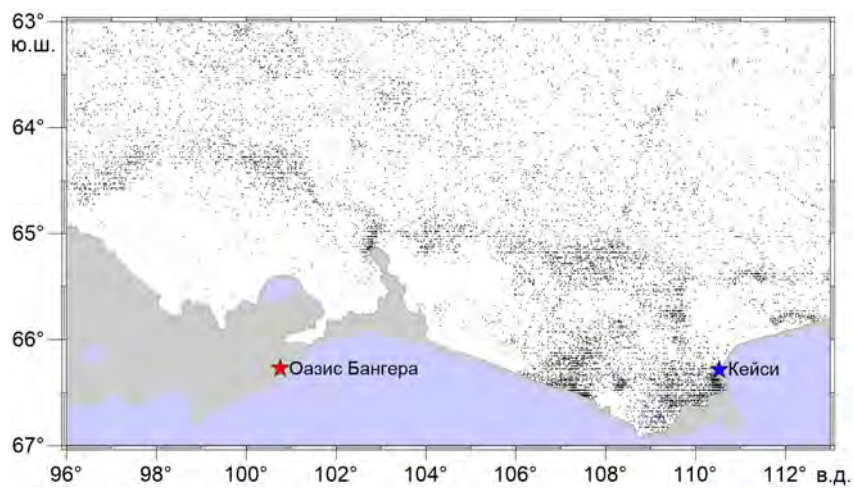


**Распределение данных наблюдений, полученных с помощью датчиков,
установленных на буях Argo, за каждый отдельный год с 2008 г. по 2024 г.**

Синие ромбы соответствуют измерениям температуры и солёности, красные — измерениям температуры

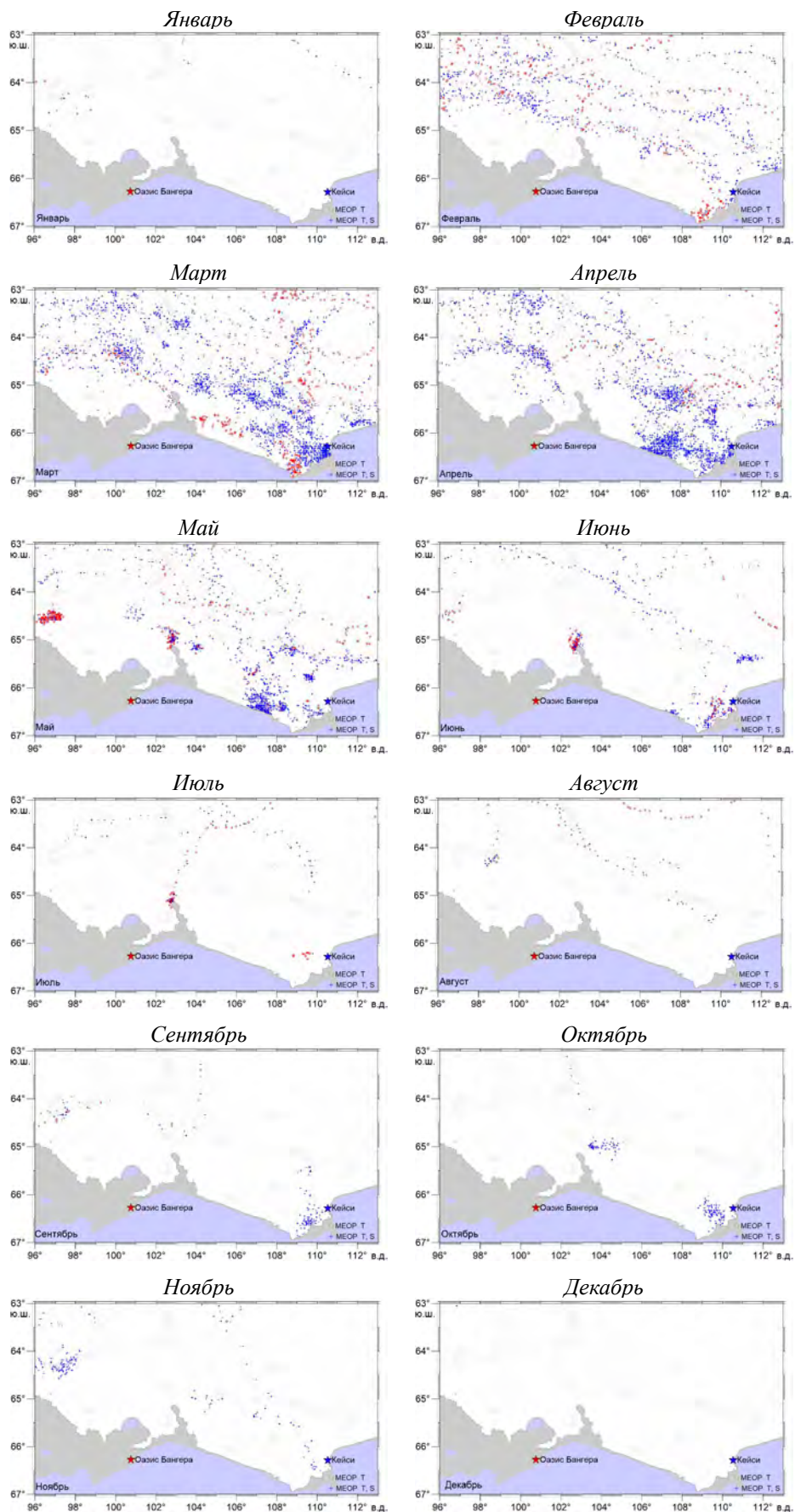


**Распределение данных наблюдений, полученных с помощью датчиков,
установленных на млекопитающих, за весь период наблюдений (2004–2025 гг.)**



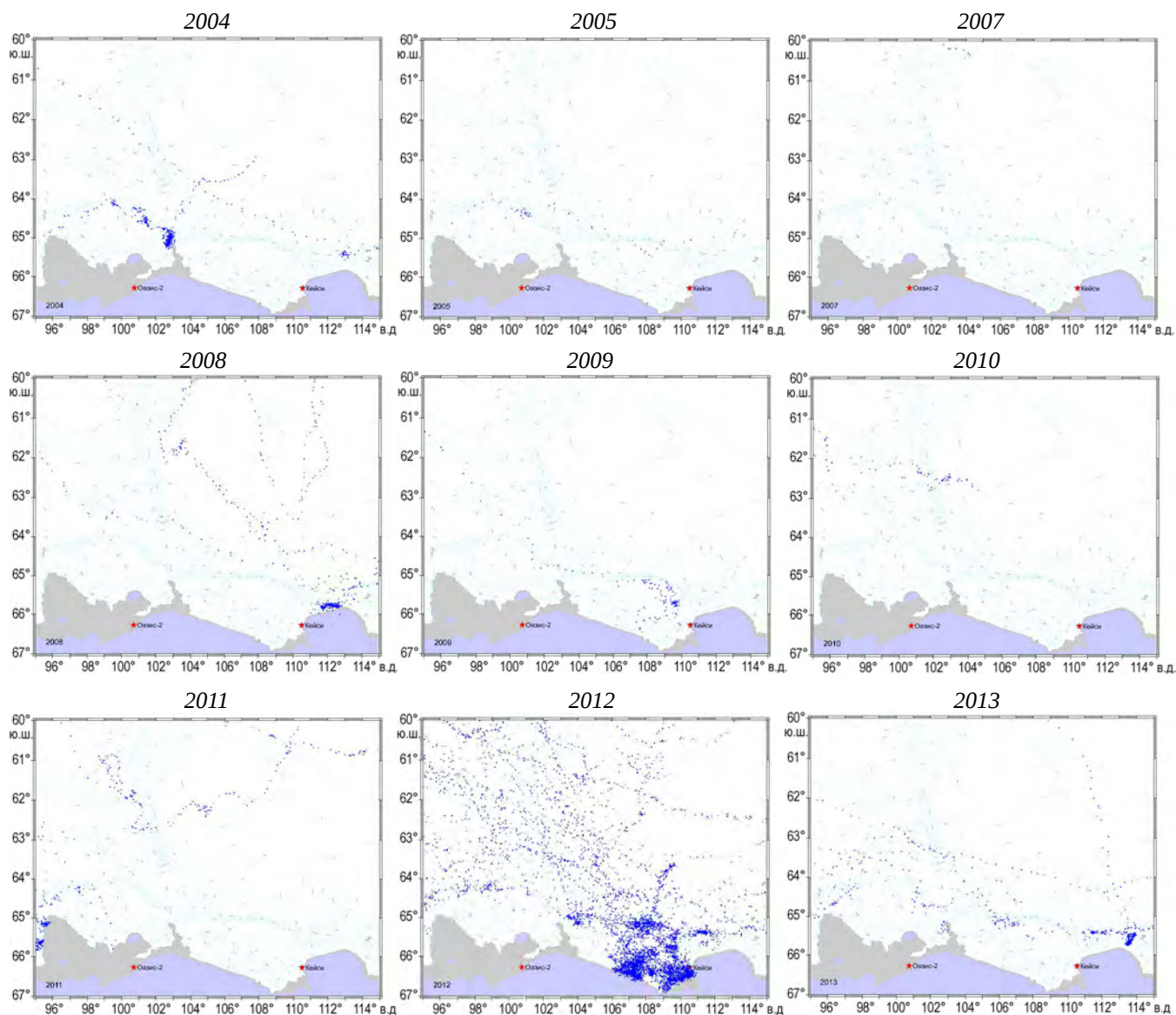
Сезонное распределение данных наблюдений, полученных с помощью датчиков, установленных на млекопитающих, за весь период наблюдений (2004–2025 гг.)

Синие ромбы соответствуют измерениям температуры и солёности,
красные — измерениям температуры

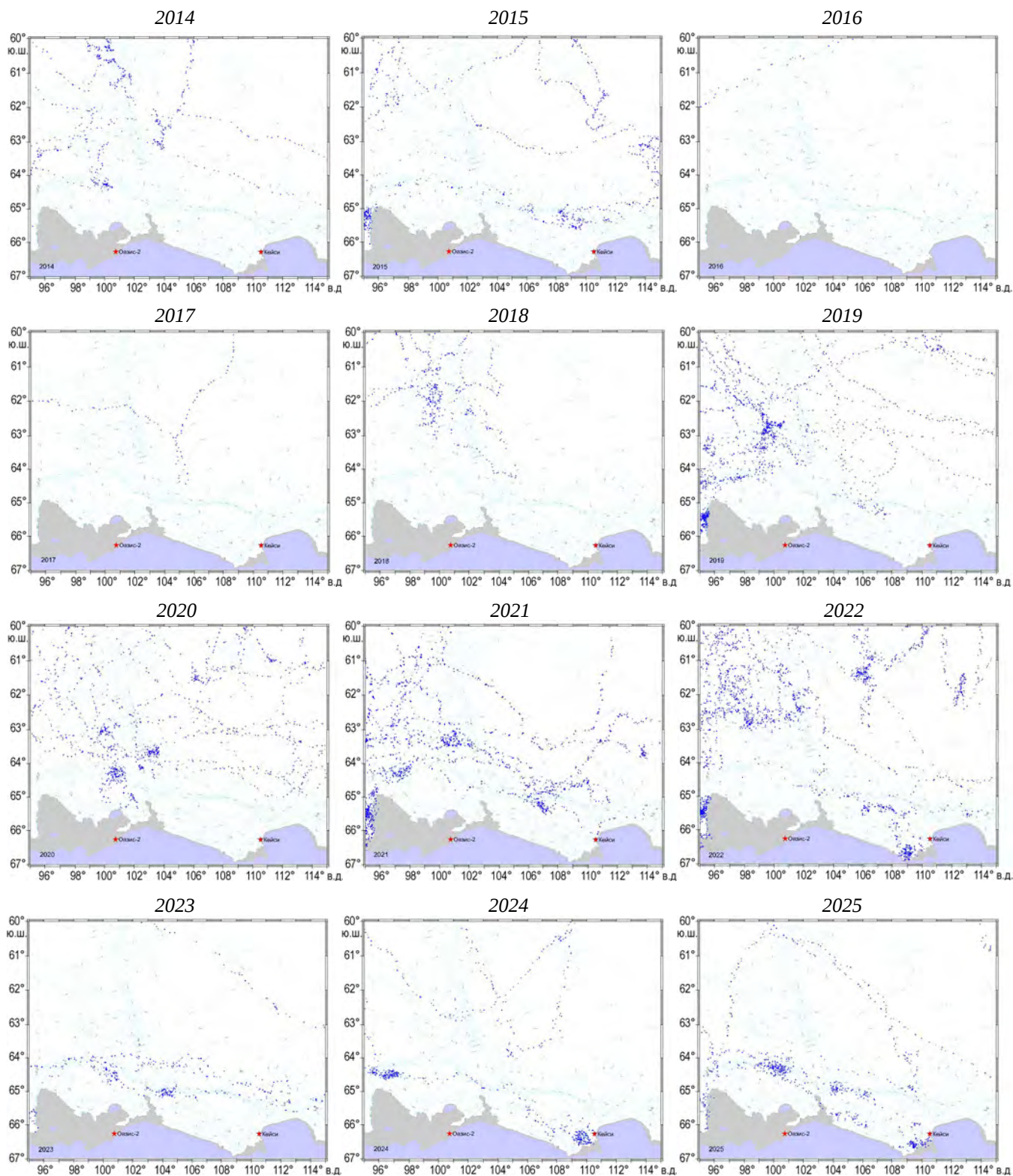


Распределение данных наблюдений, полученных с помощью датчиков, установленных на млекопитающих, за каждый отдельный год с 2004 г. по 2025 г.*

Синие ромбы соответствуют измерениям температуры и солености, красные — измерениям температуры



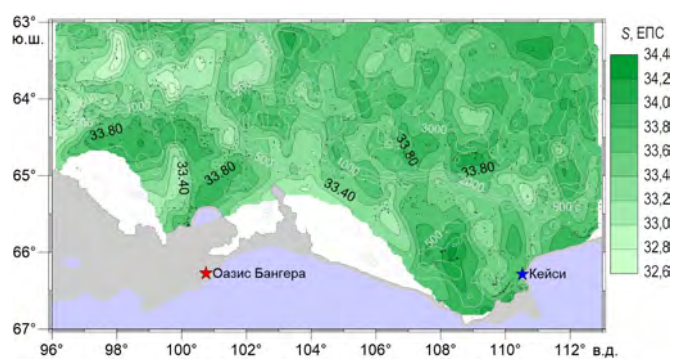
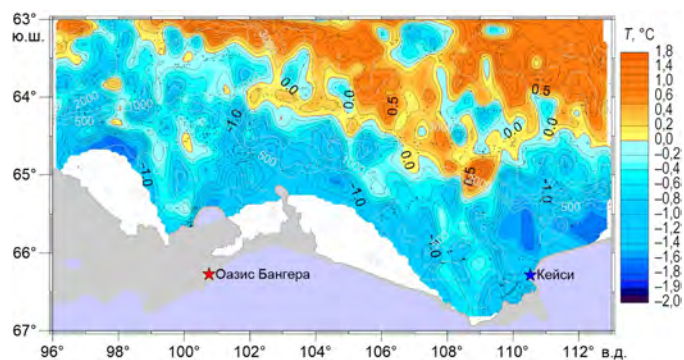
* В 2006 г. в этом районе не проводились измерения, поэтому год пропущен.



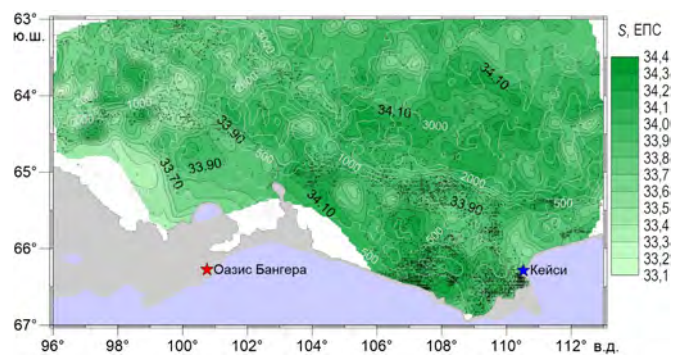
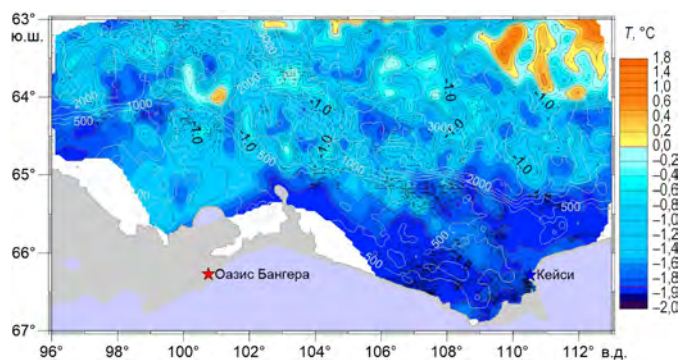
ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Потенциальная температура (°C) и соленость (ЕПС) воды на горизонте 10 м

Лето (здесь и далее: декабрь – февраль)

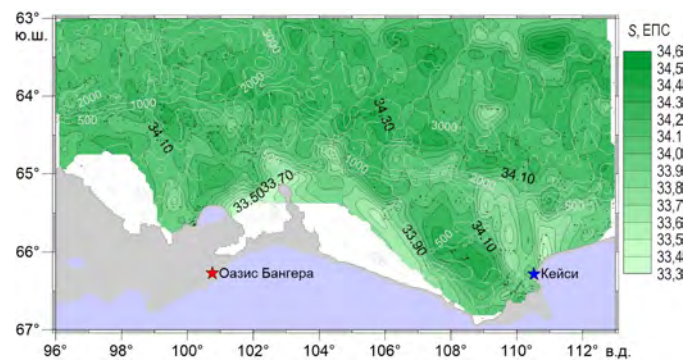
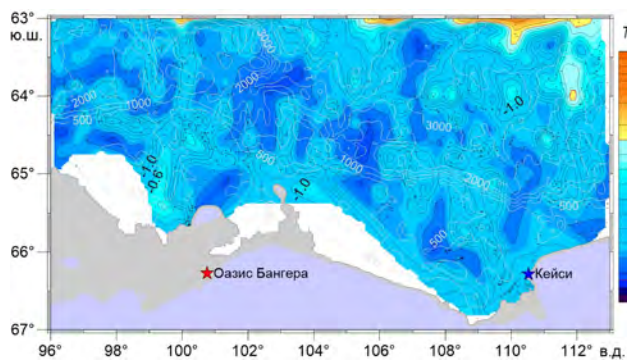


Зима (здесь и далее: март – ноябрь)

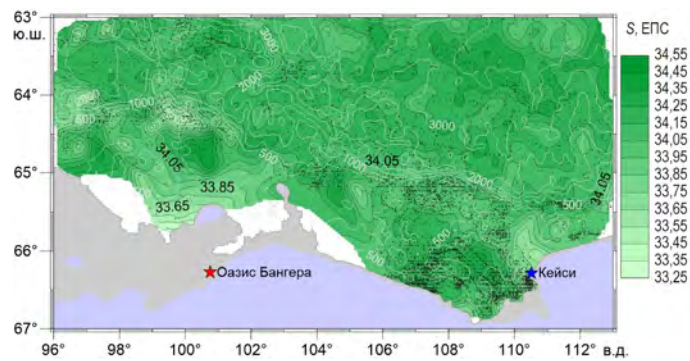
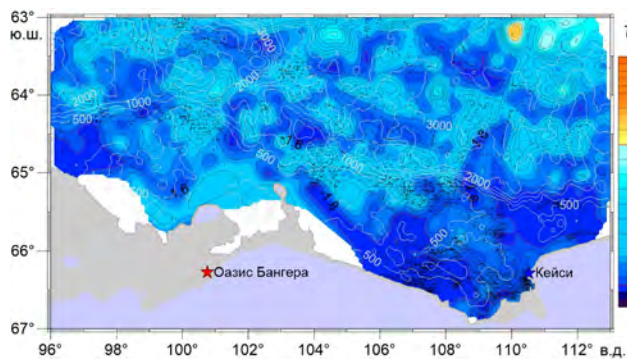


Потенциальная температура (°C) и соленость (ЕПС) воды на горизонте 50 м

Лето

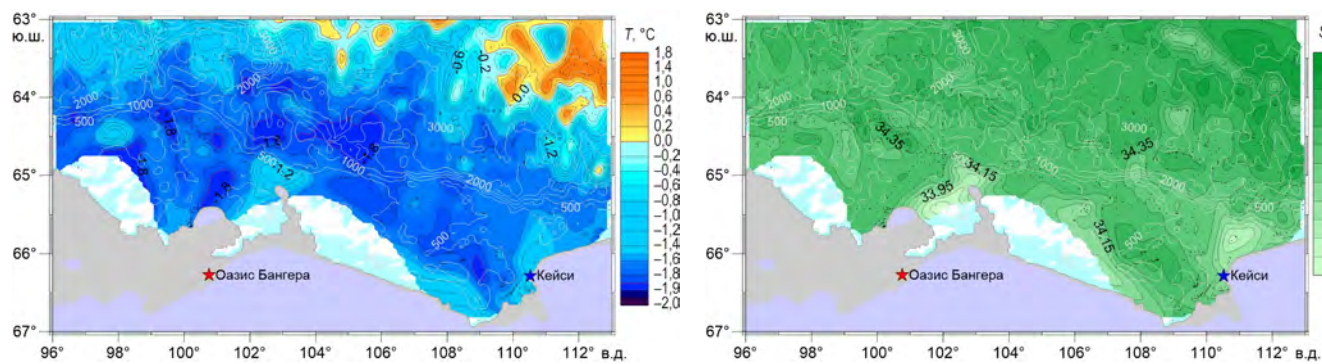


Зима

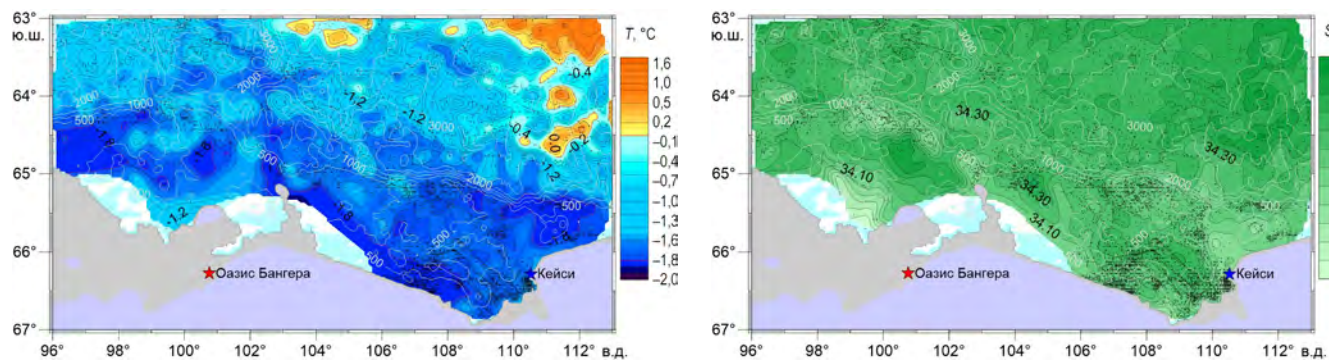


Потенциальная температура (°C) и соленость (ЕПС) воды на горизонте 100 м

Лето

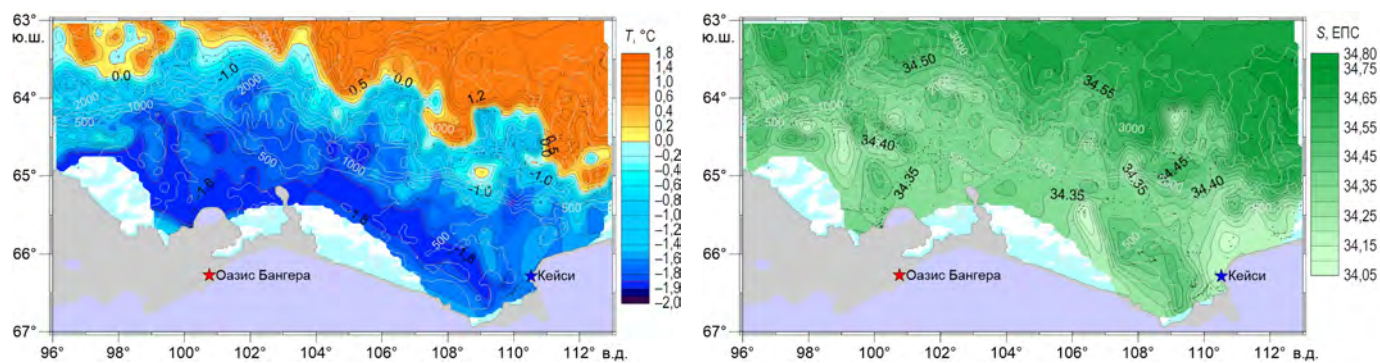


Зима

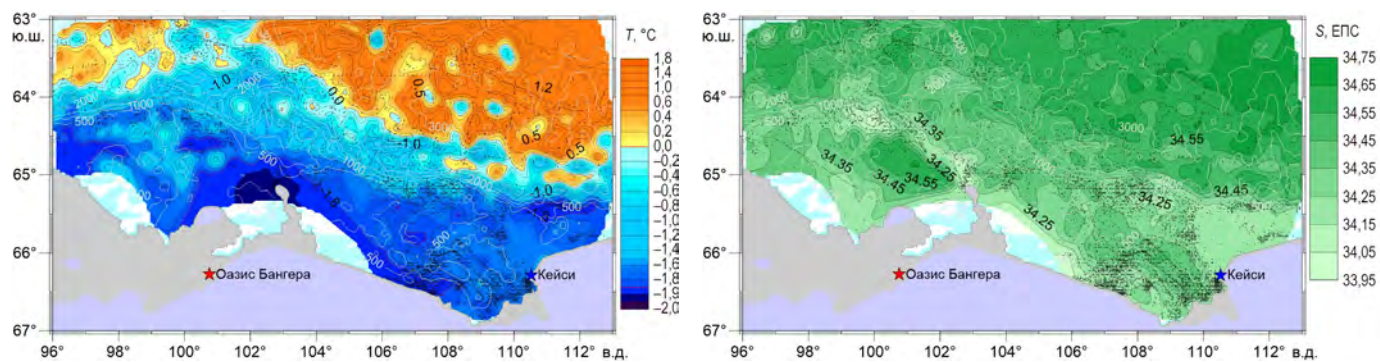


Потенциальная температура (°C) и соленость (ЕПС) воды на горизонте 200 м

Лето

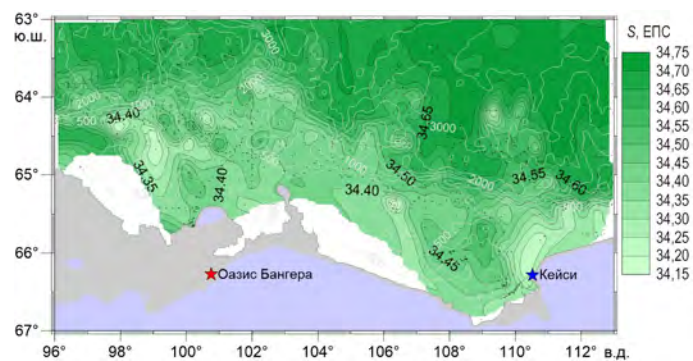
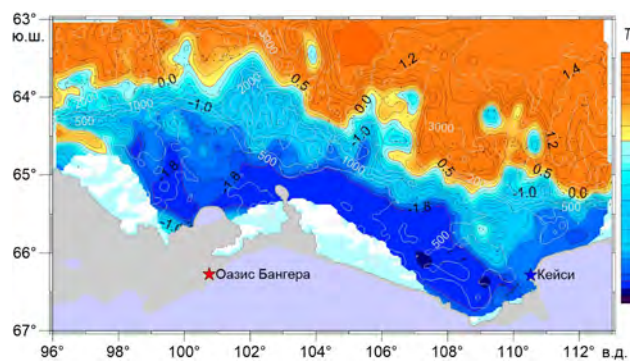


Зима

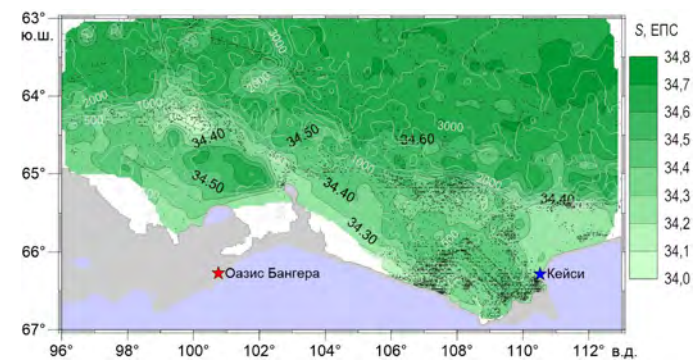
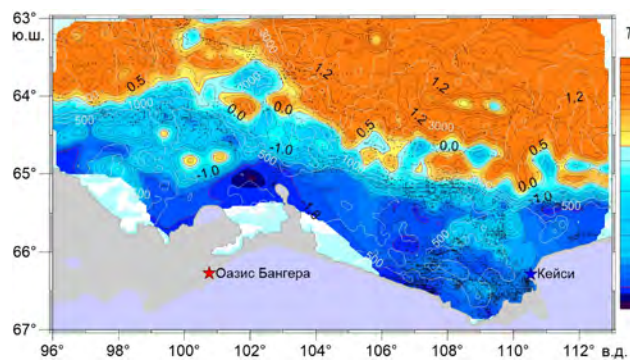


Потенциальная температура (°C) и соленость (ЕПС) воды на горизонте 300 м

Лето

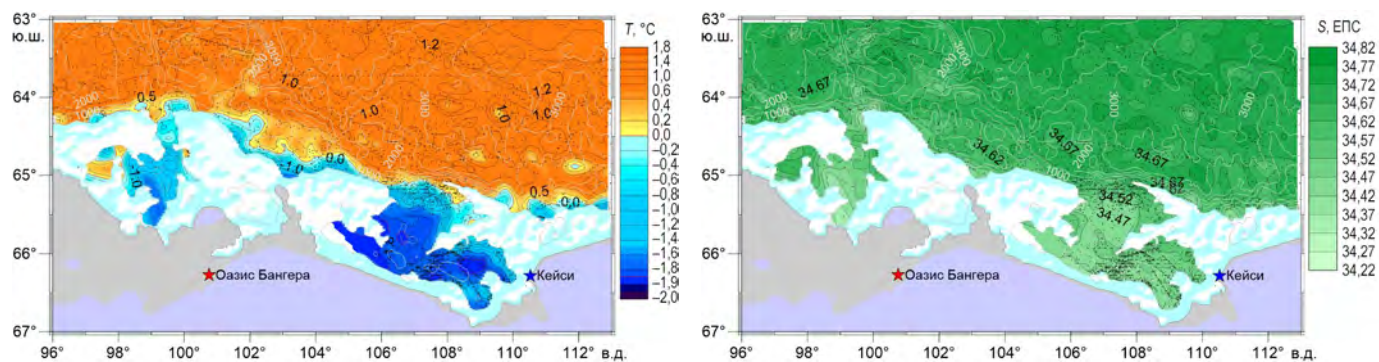


Зима



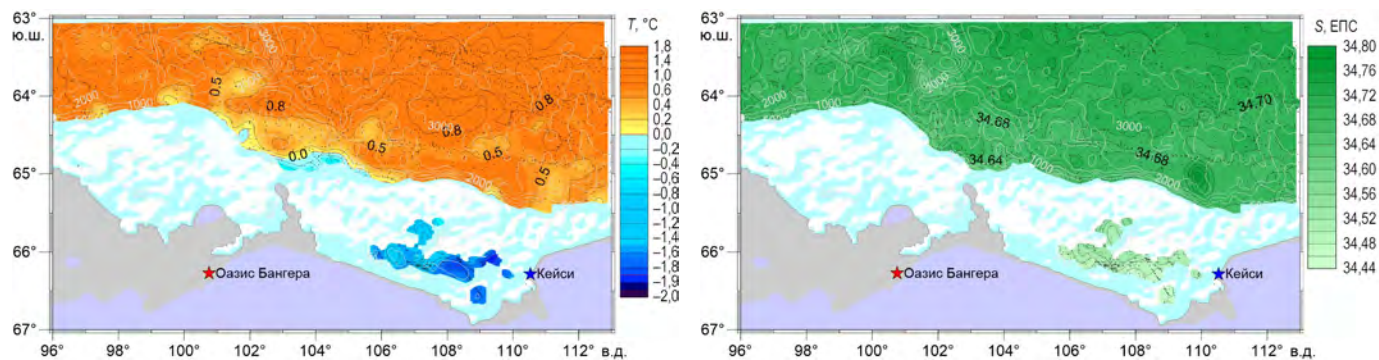
Потенциальная температура (°C) и соленость (ЕПС) воды на горизонте 500 м

Год



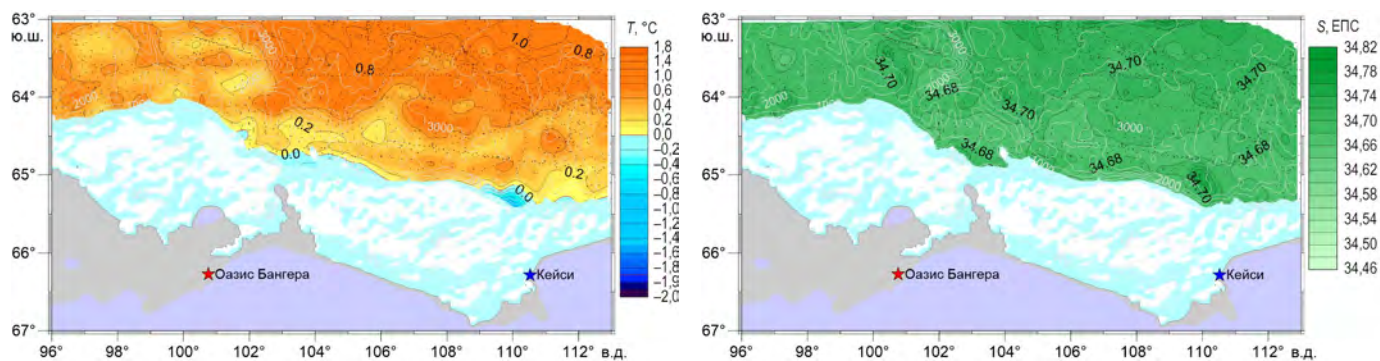
Потенциальная температура (°C) и соленость (ЕПС) воды на горизонте 750 м

Год



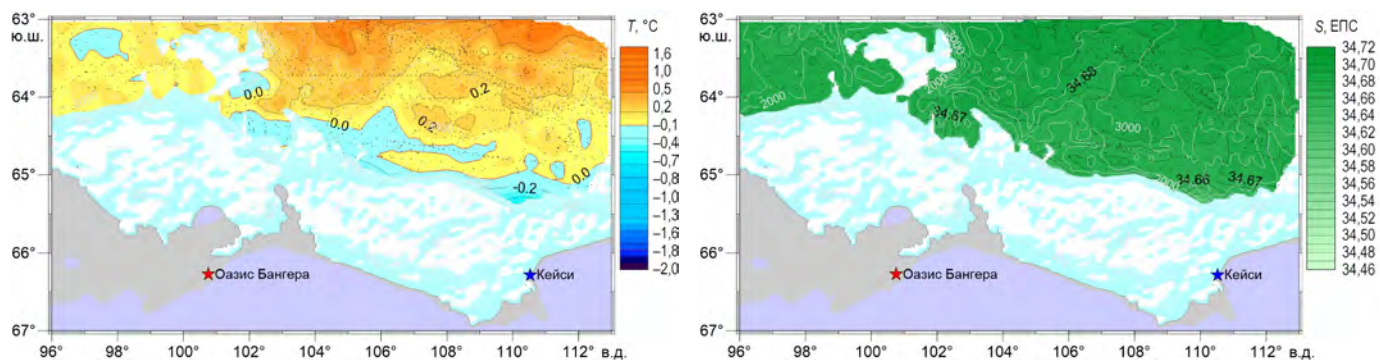
Потенциальная температура (°C) и соленость (ЕПС) воды на горизонте 1000 м

Год



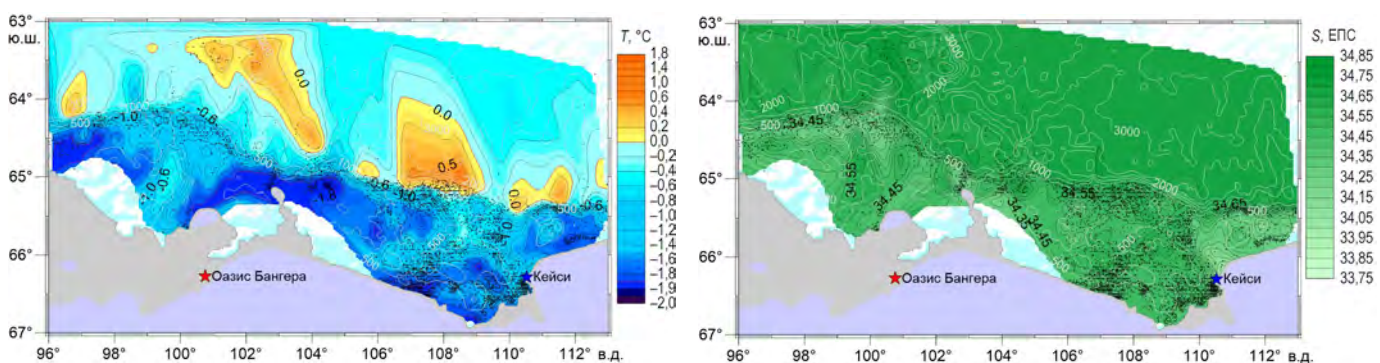
Потенциальная температура (°C) и соленость (ЕПС) воды на горизонте 1500 м

Год



Потенциальная температура (°C) и соленость (ЕПС) воды на придонном горизонте

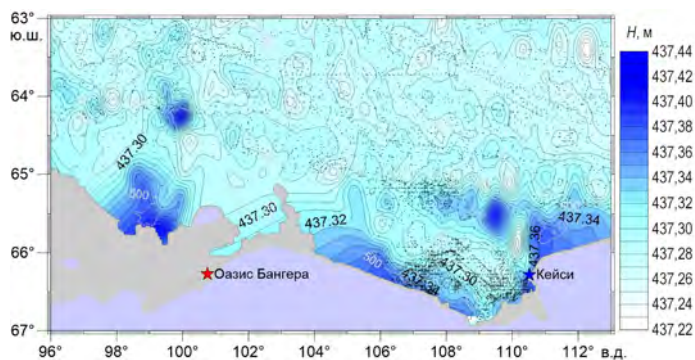
Год



ЦИРКУЛЯЦИЯ ВОД

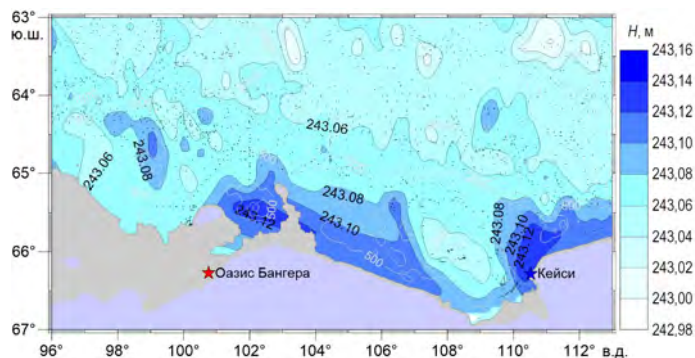
Динамическая топография поверхности 50 дбар относительно уровня 500 дбар
(по комплексным данным)

Среднее за год

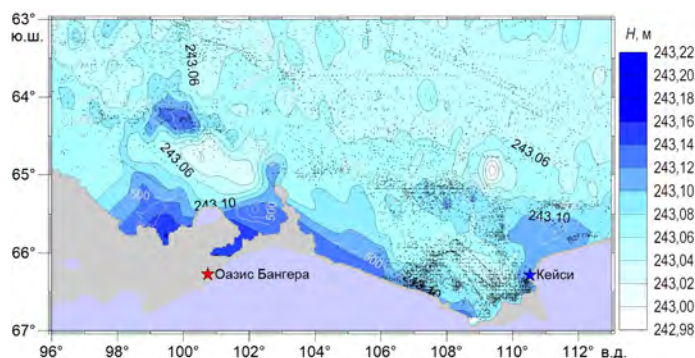


Динамическая топография поверхности 50 дбар относительно уровня 300 дбар
(по комплексным данным)

Лето



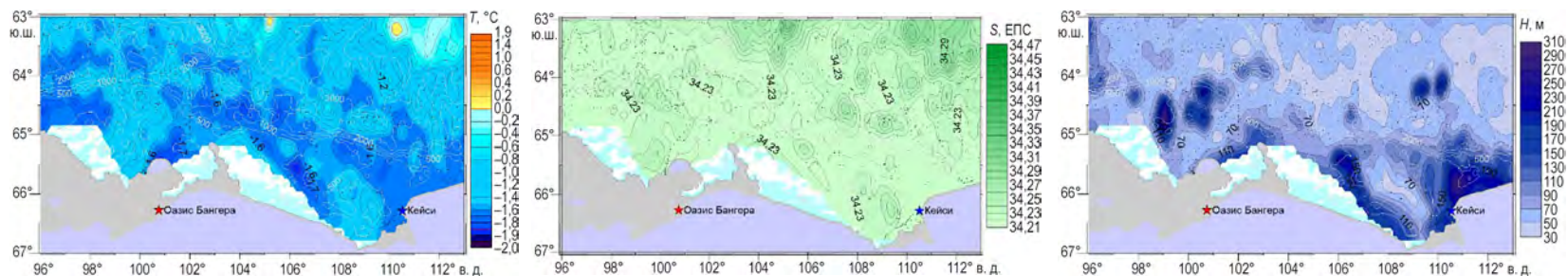
Зима



ВОДНЫЕ МАССЫ

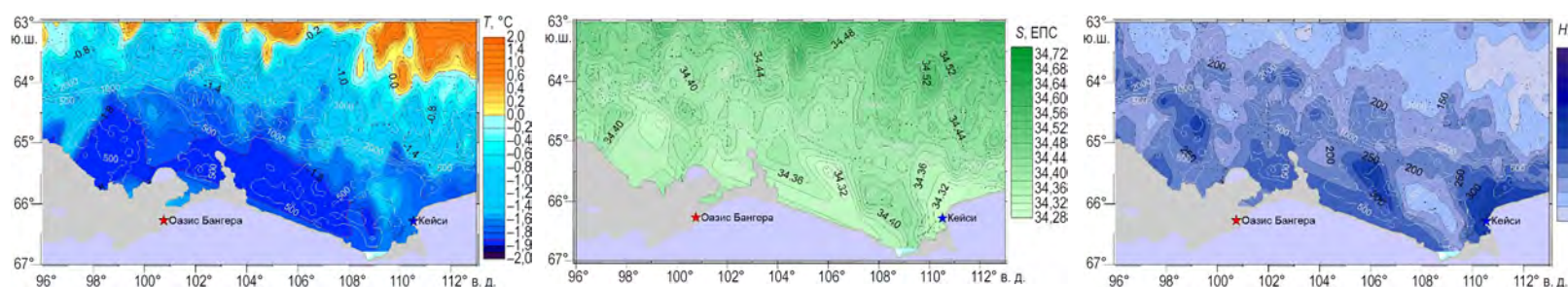
Характеристики слоя $T_{\min}$: потенциальная температура (°C), соленость (ЕПС), глубина залегания (м)

Лето

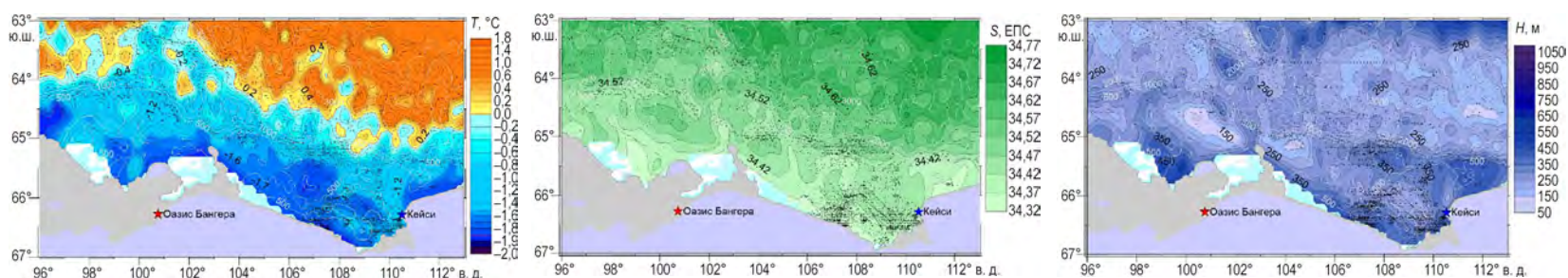


Характеристики слоя $T_{\max}$: потенциальная температура (°C), соленость (ЕПС), глубина залегания (м)

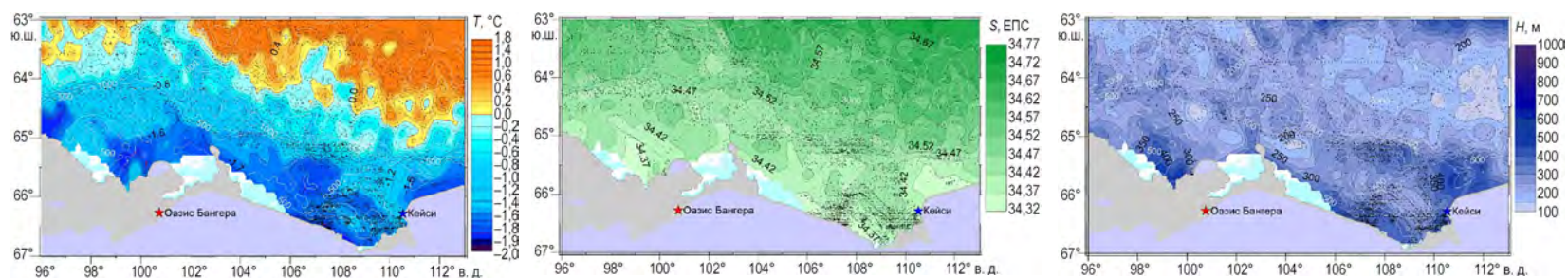
Лето



Зима



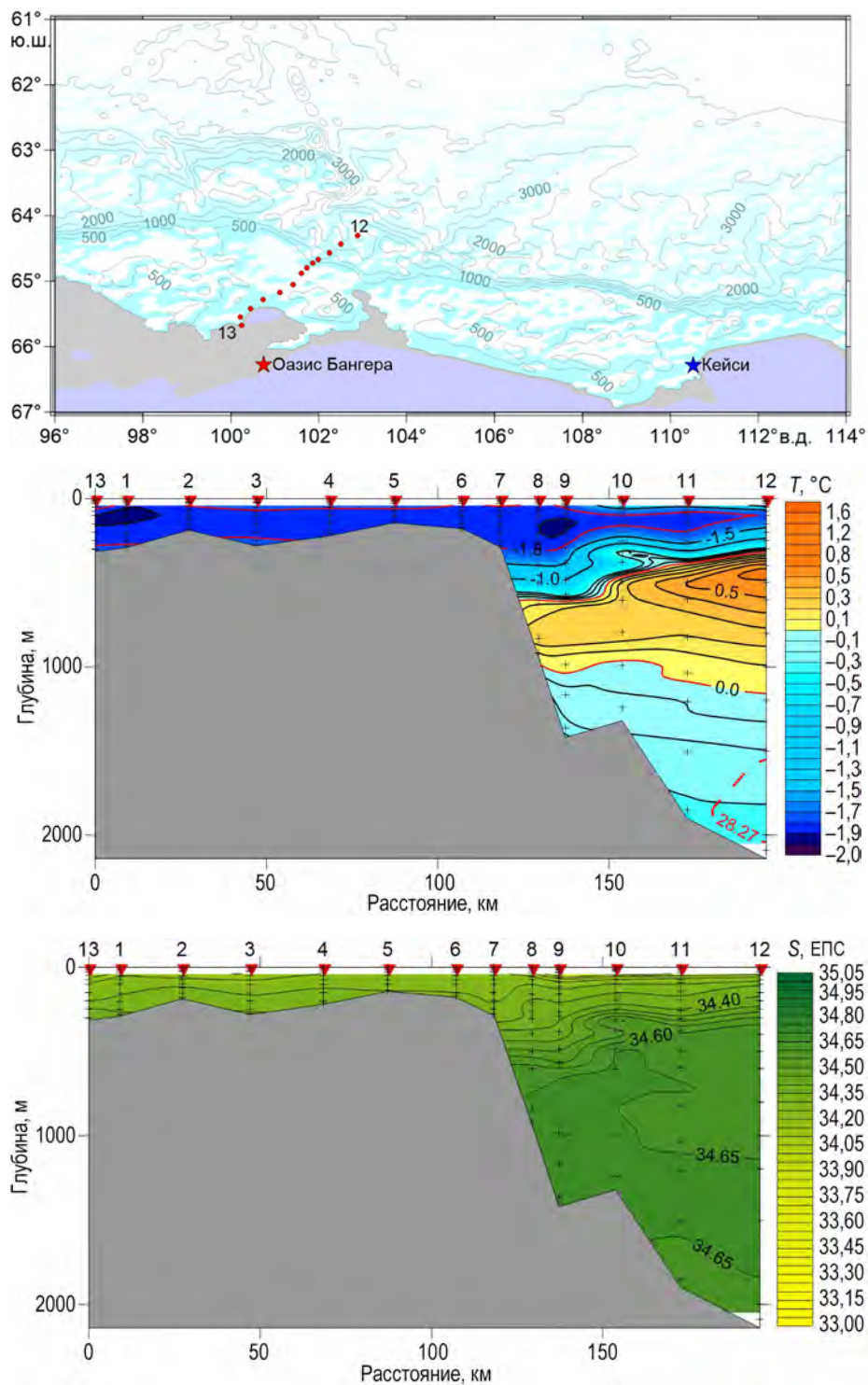
Среднее за год



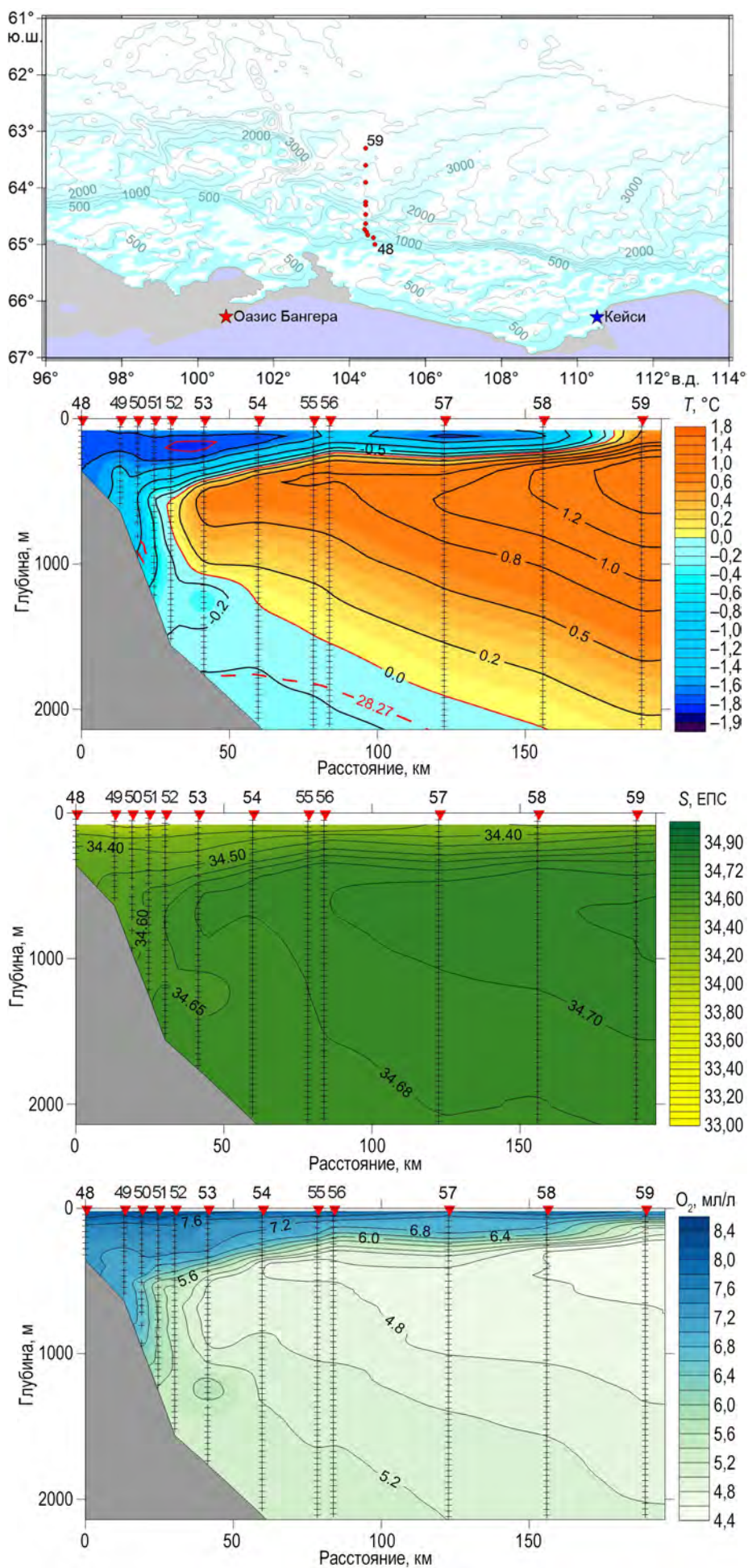
ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЕ РАЗРЕЗЫ

Океанографические разрезы, выполненные судами в море Моусона

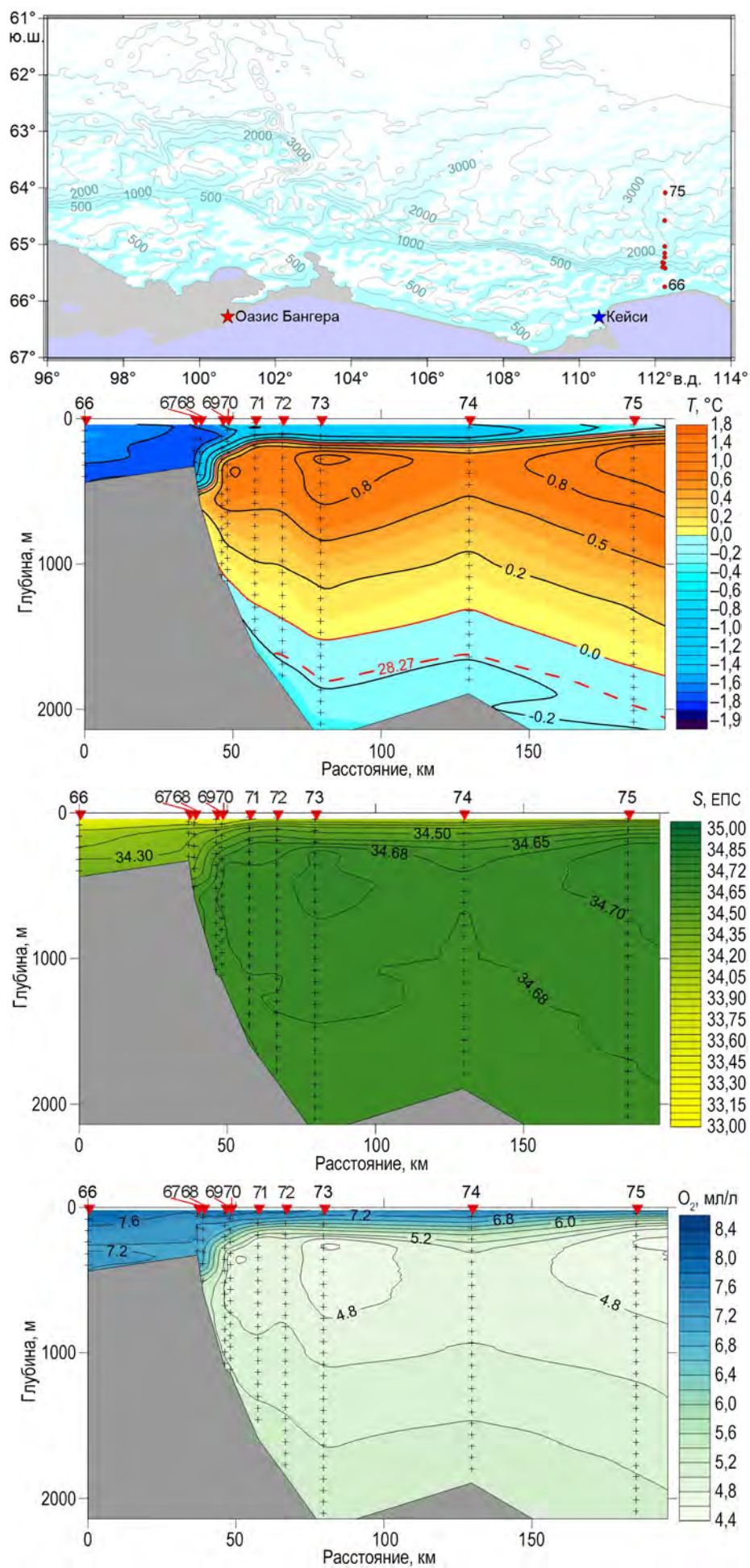
Разрез 1 — НЭС «Академик Федоров», 1988 г.



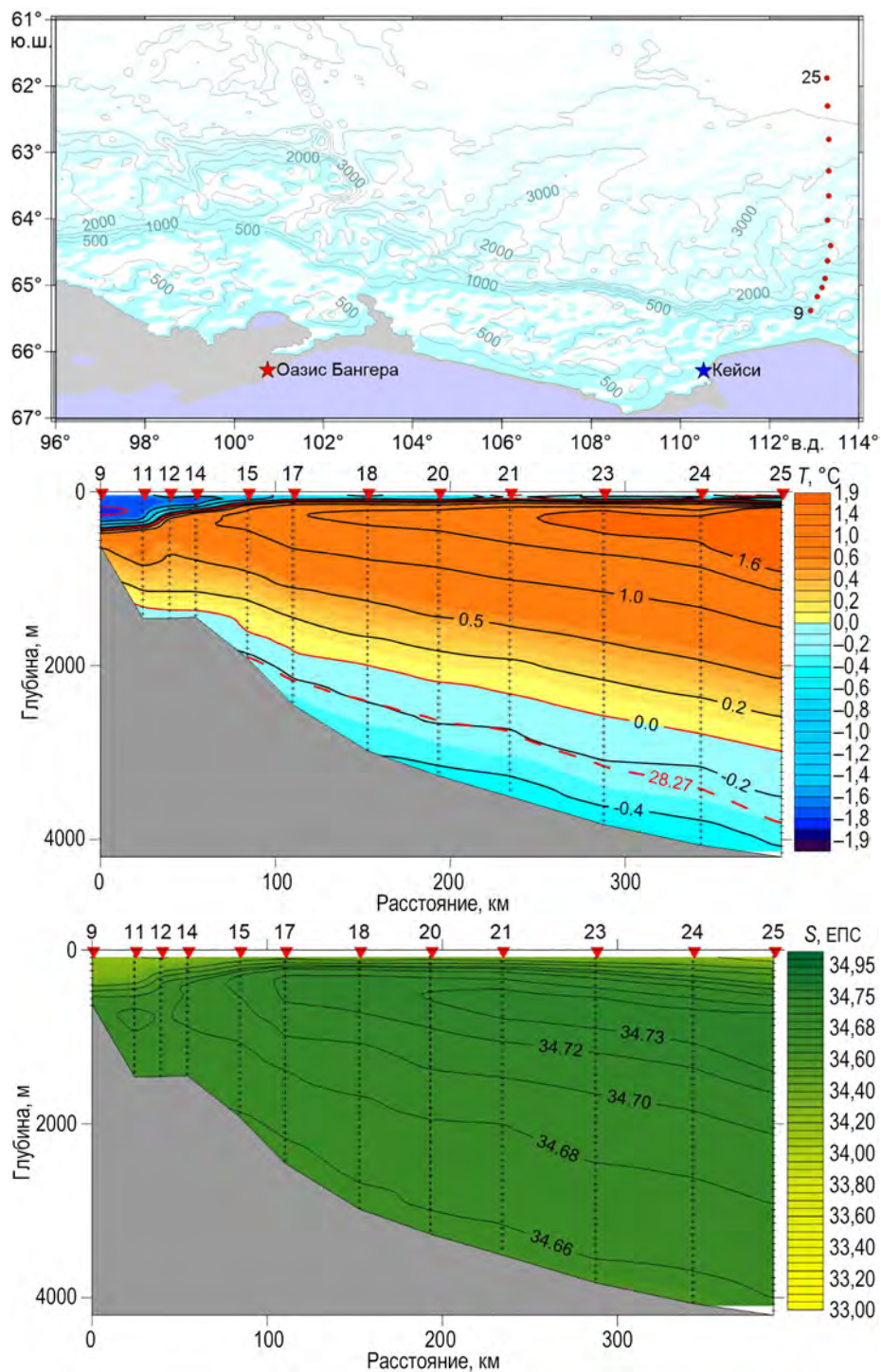
Разрез 2 — *Aurora Australis*, 1996 г.

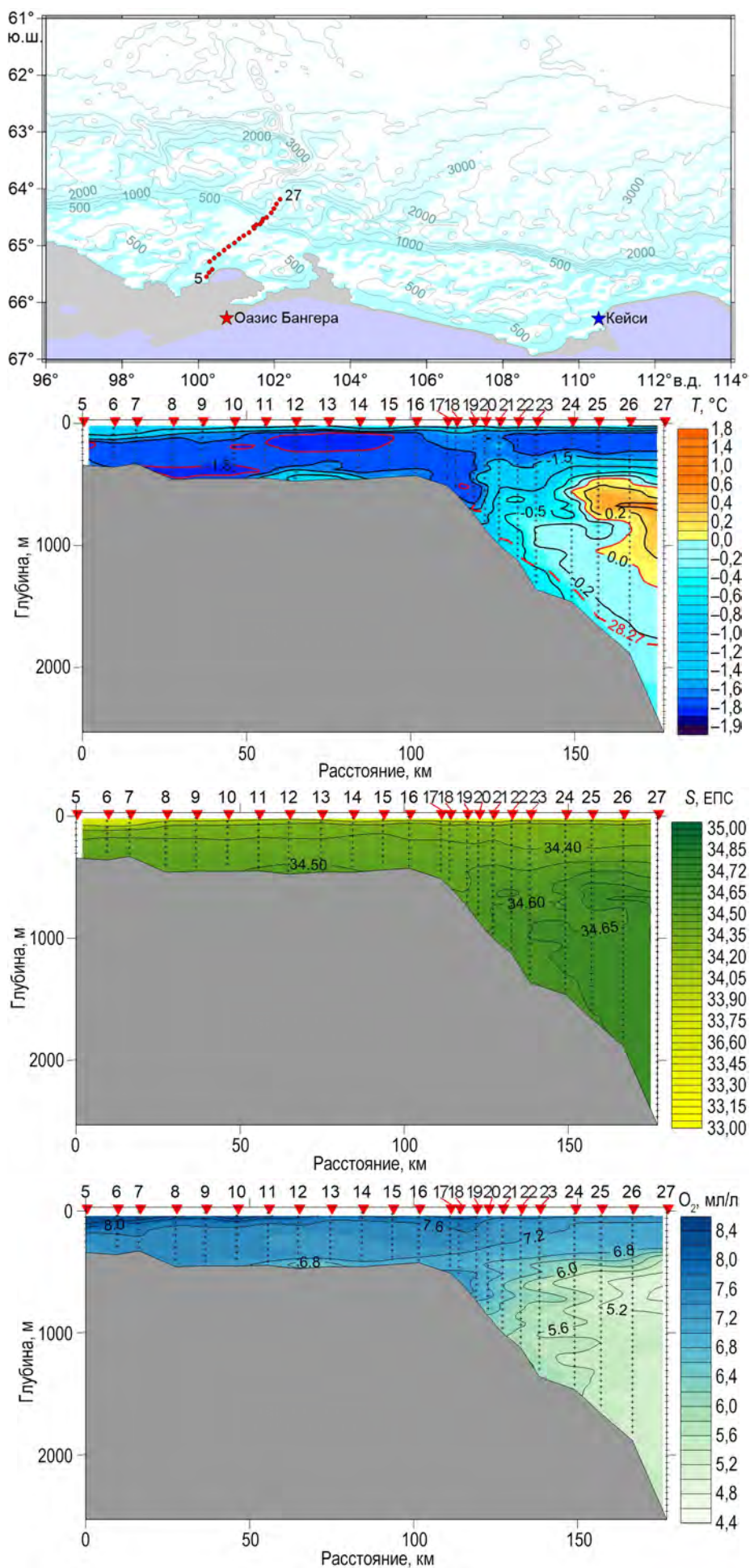


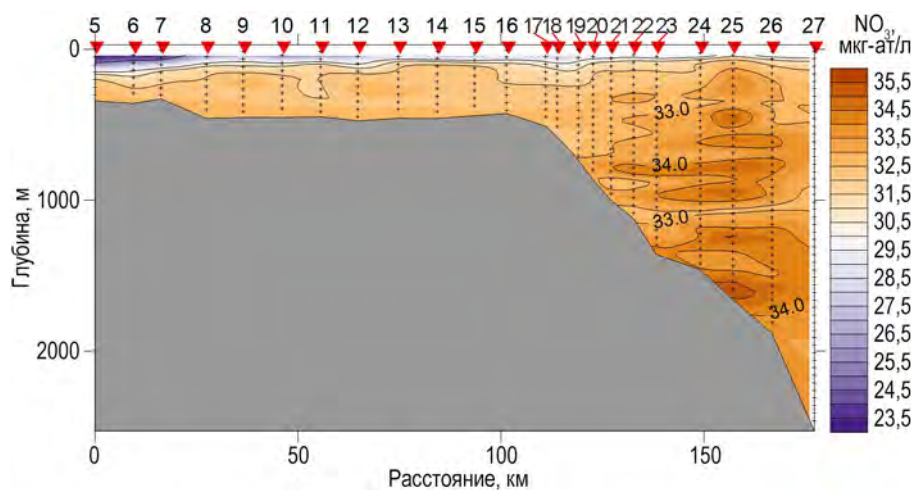
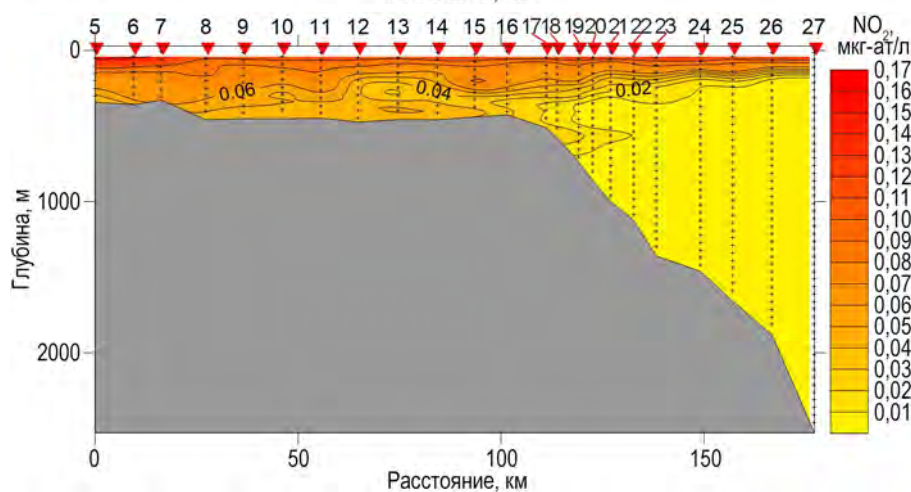
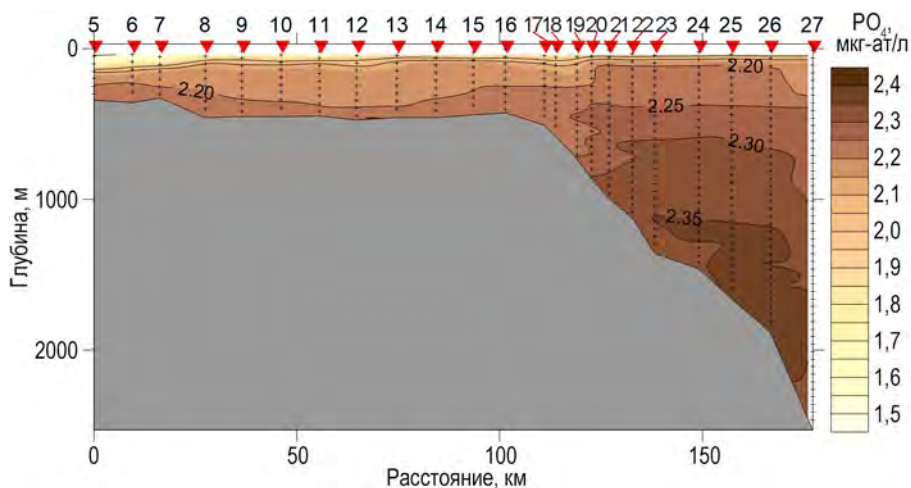
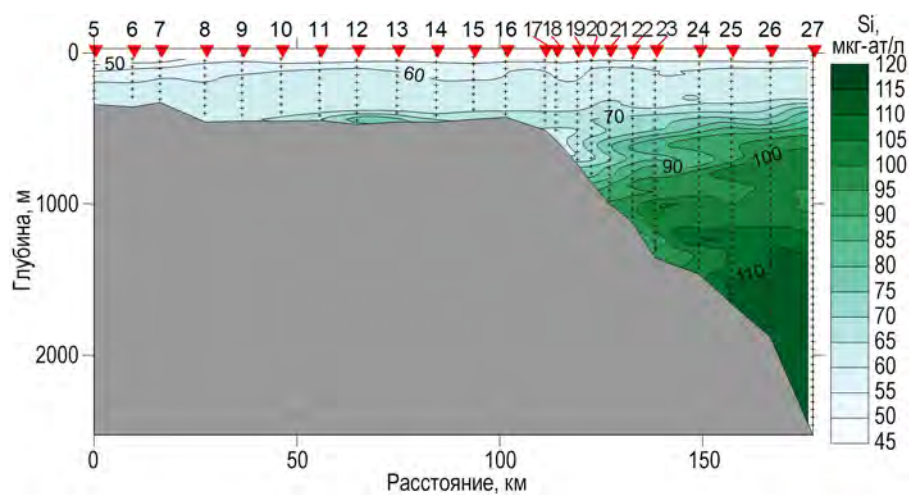
Разрез 3 — Aurora Australis, 1996 г.



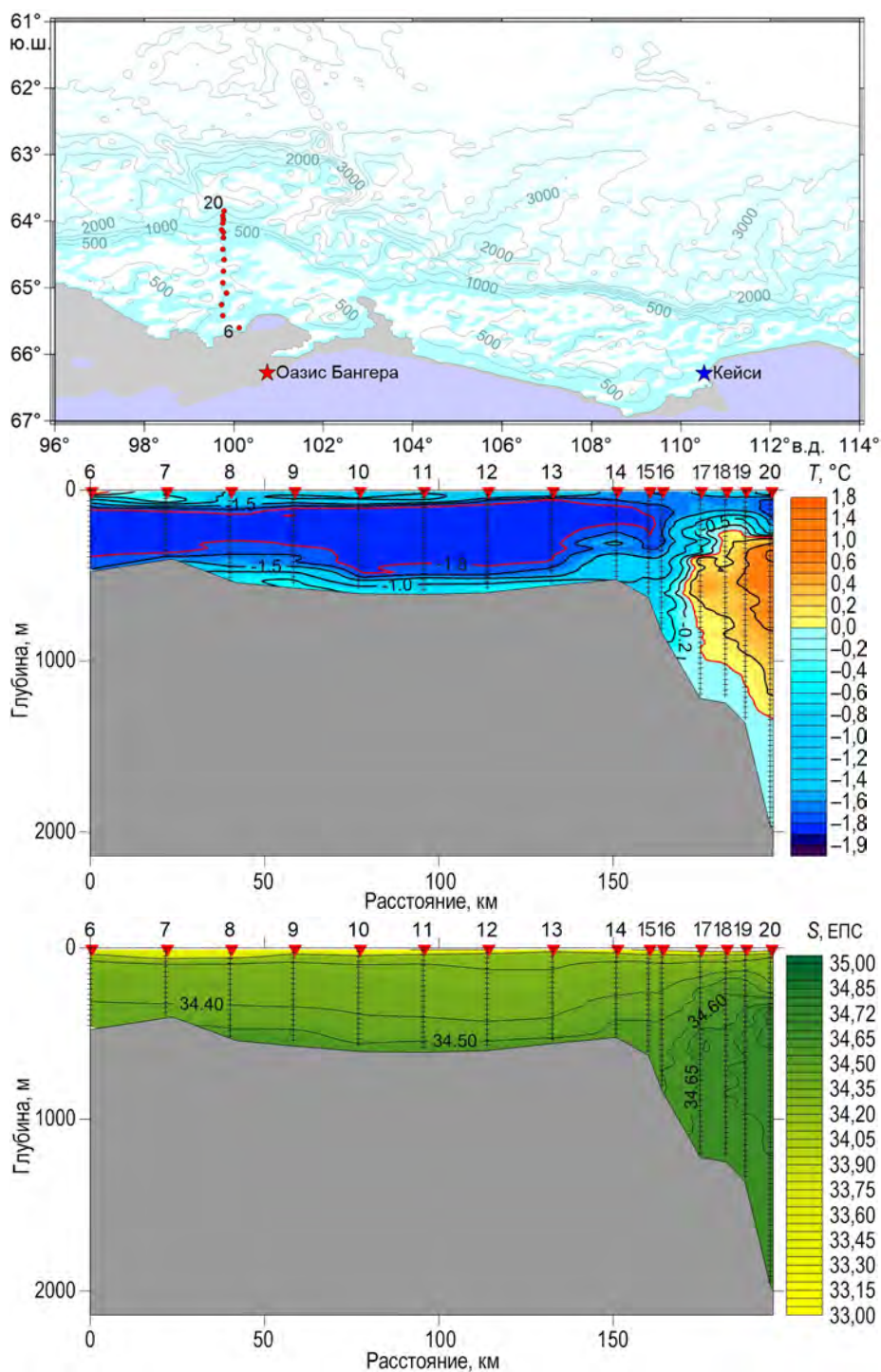
Разрез 4 — *Aurora Australis*, 2012 г.

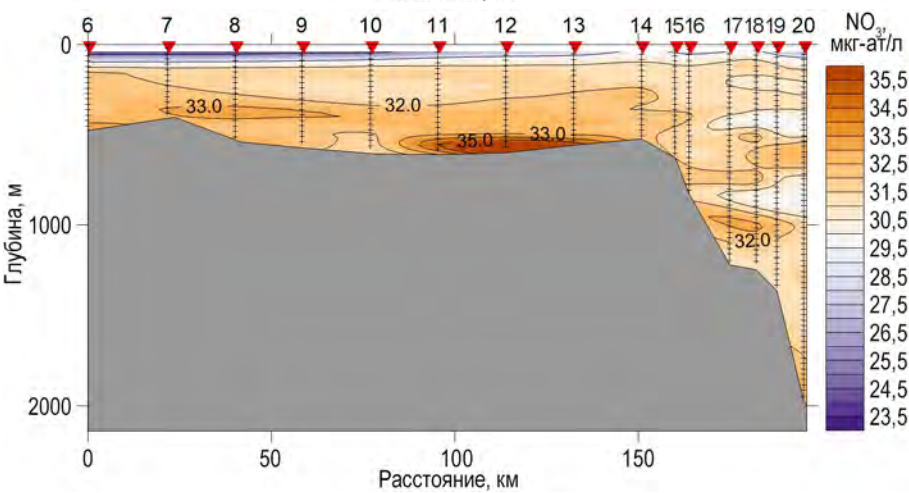
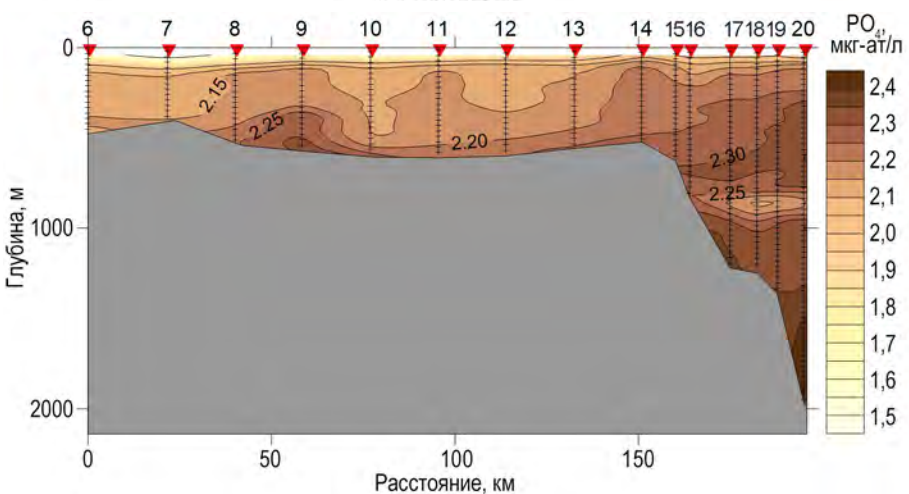
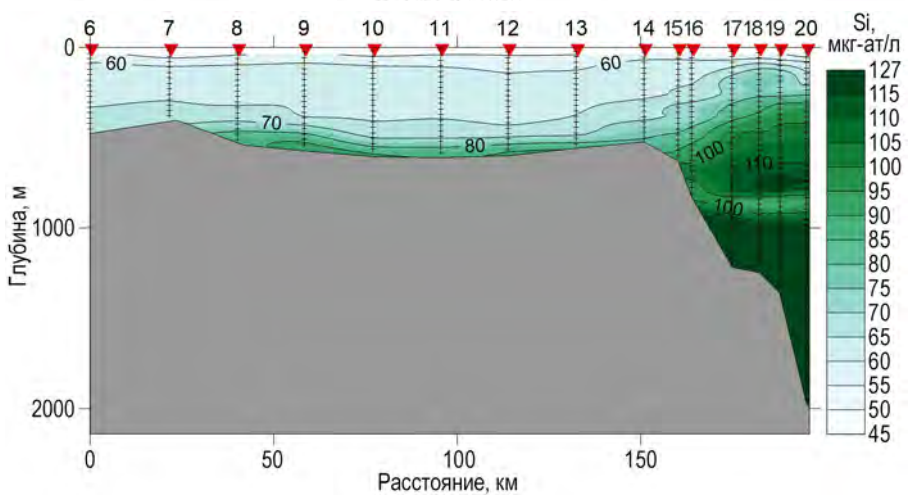
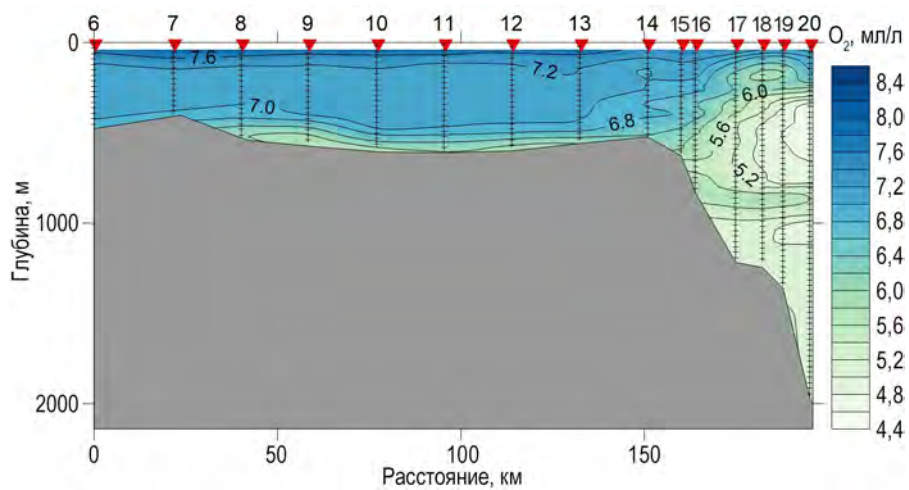


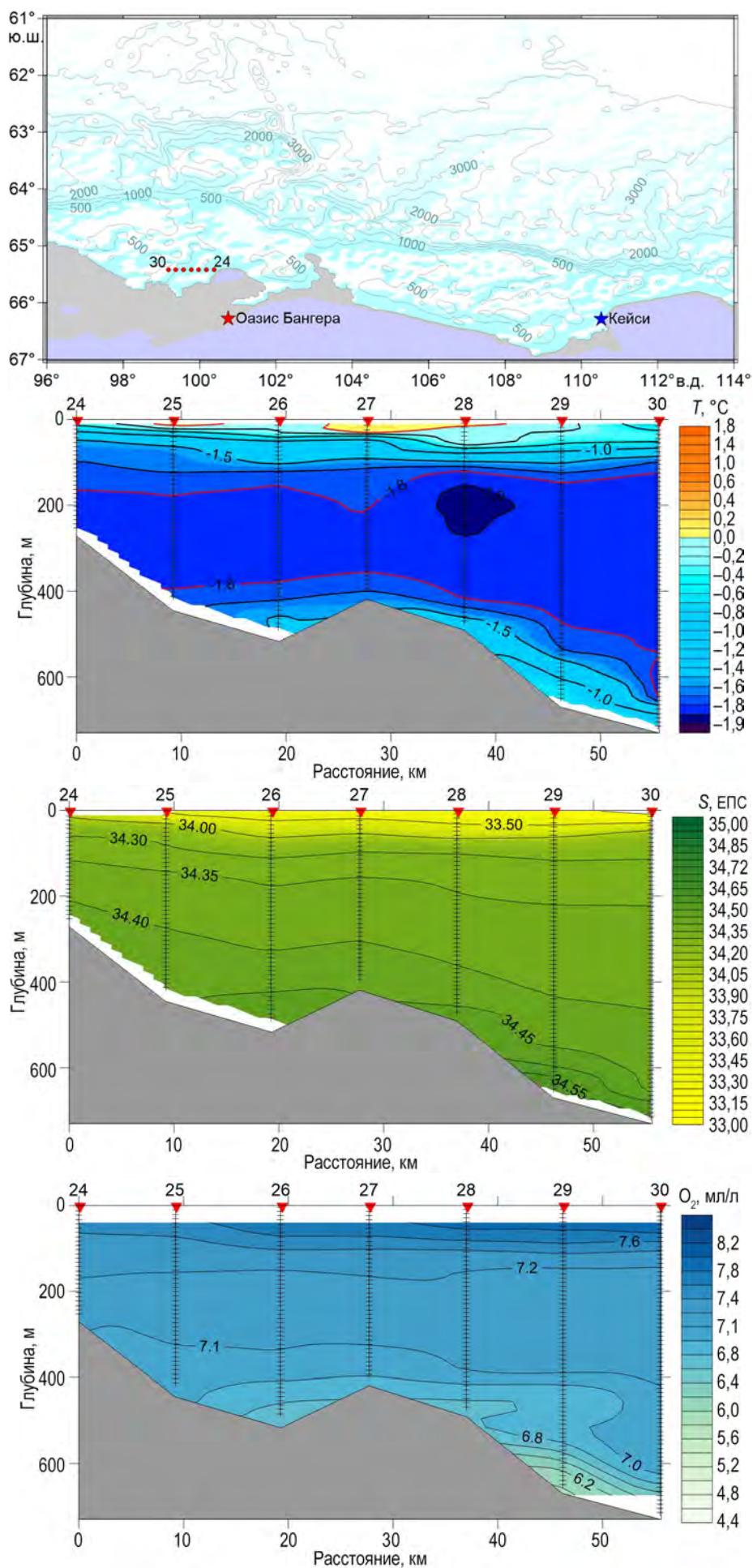


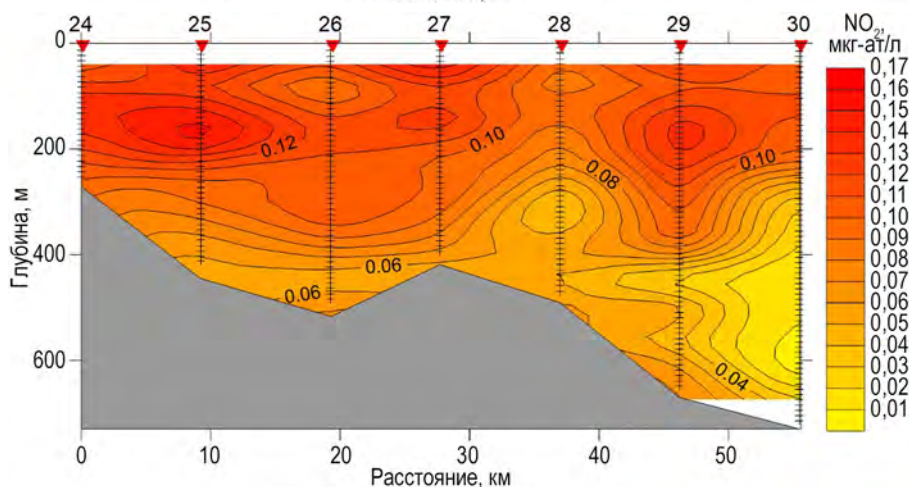
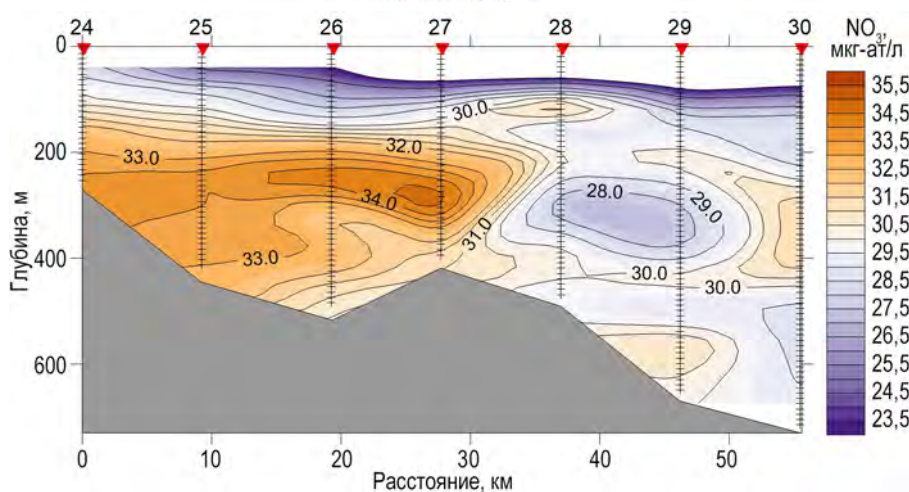
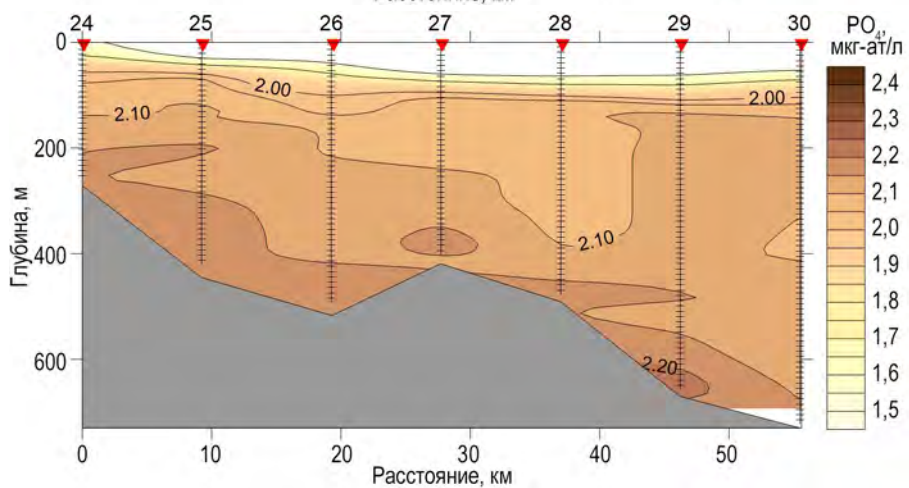
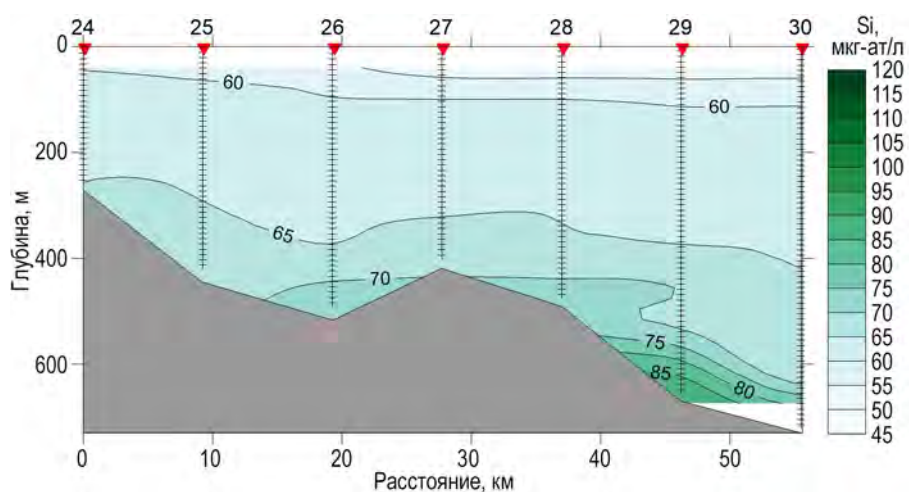


Разрез 6 — НЭС «Академик Федоров», 2019 г., 64-я РАЭ

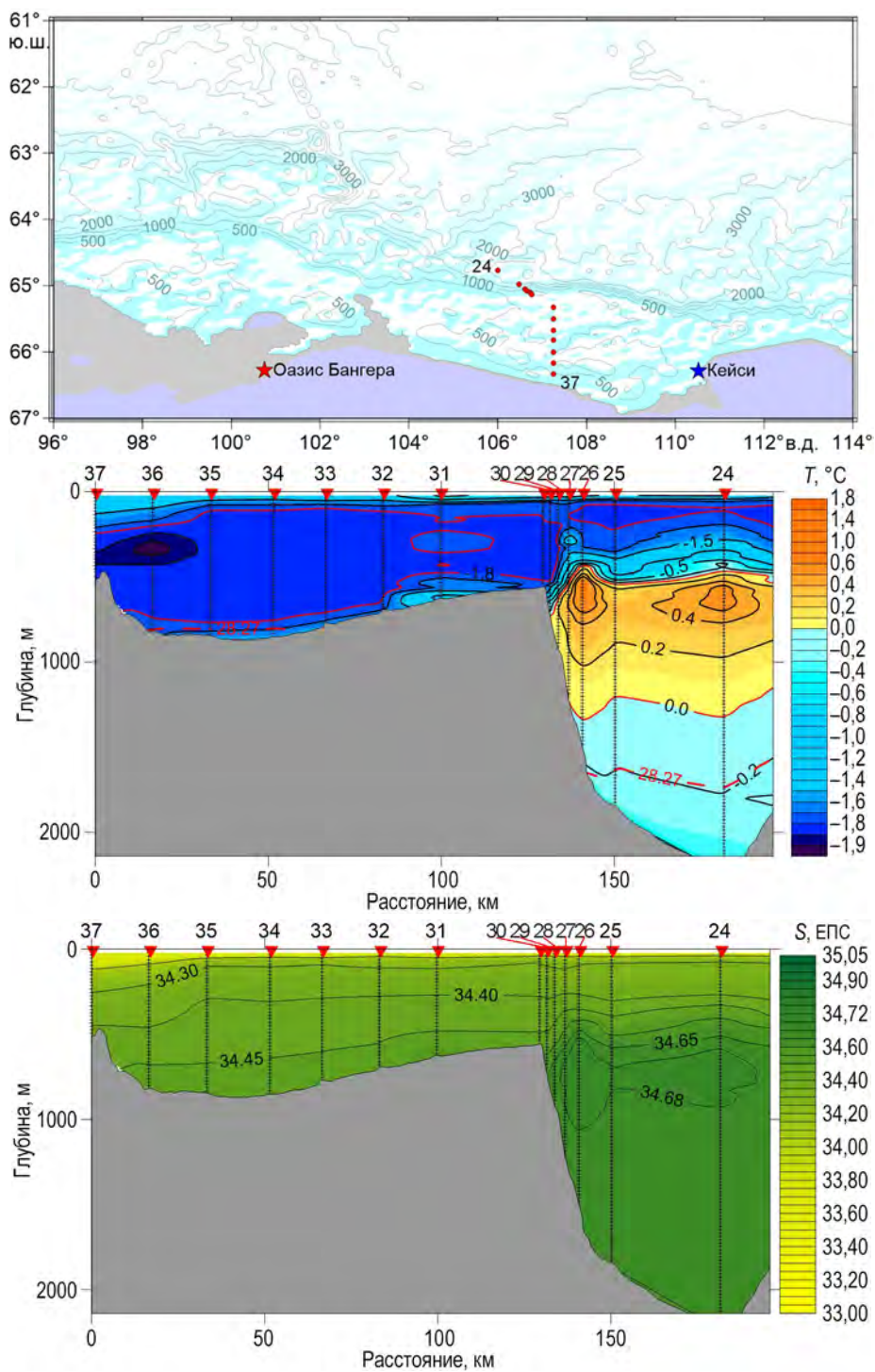


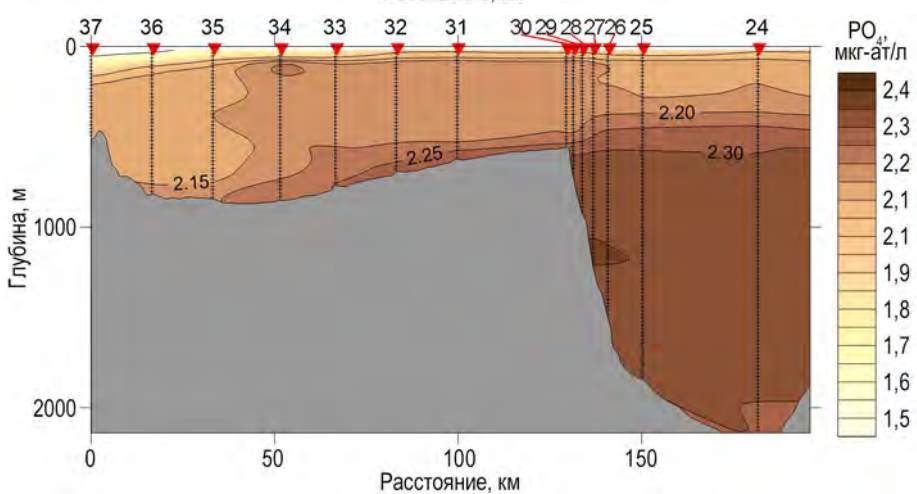
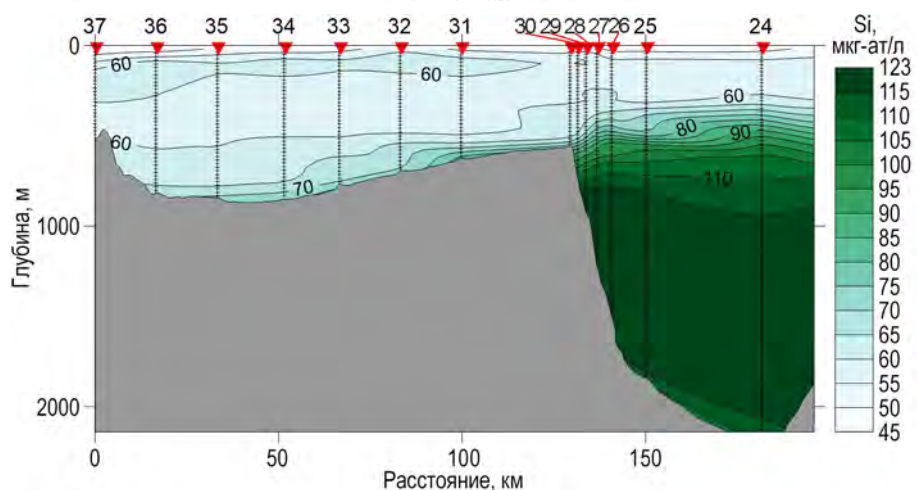
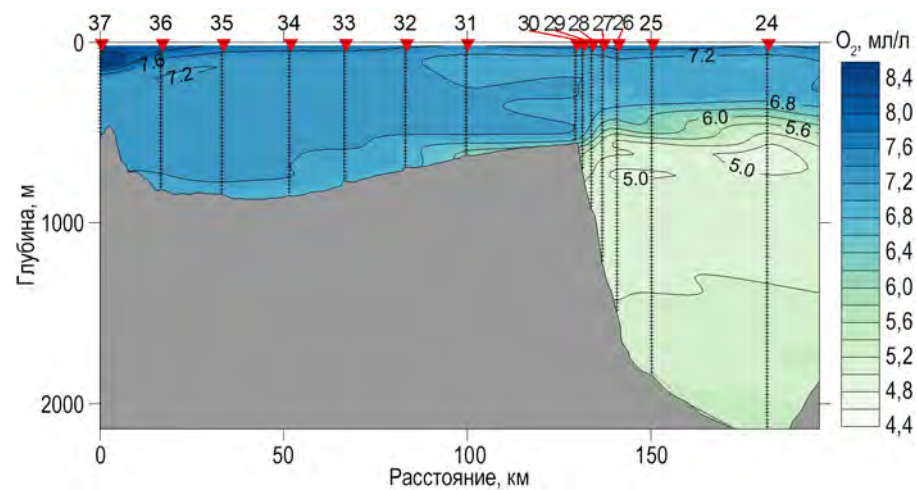




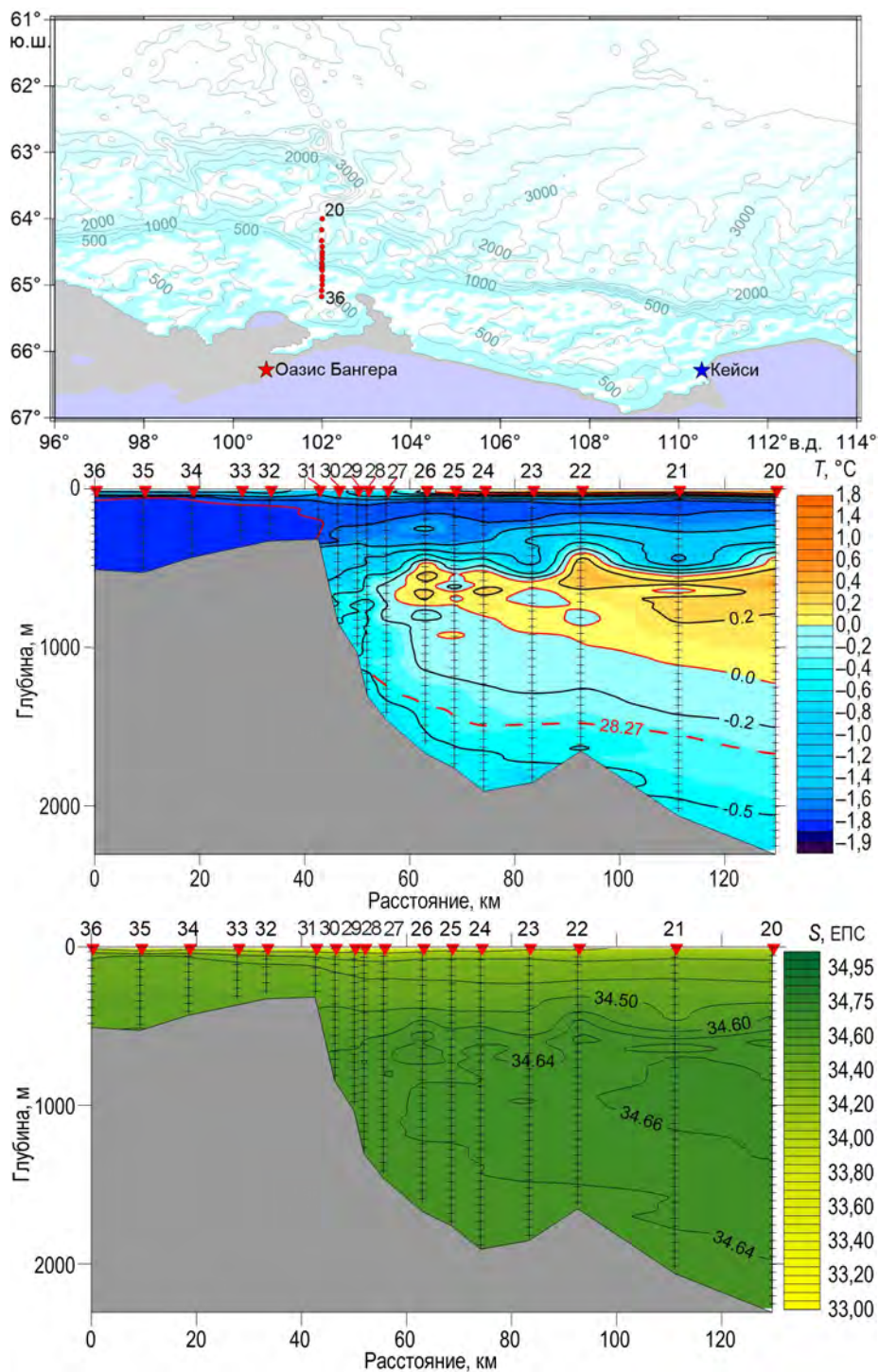


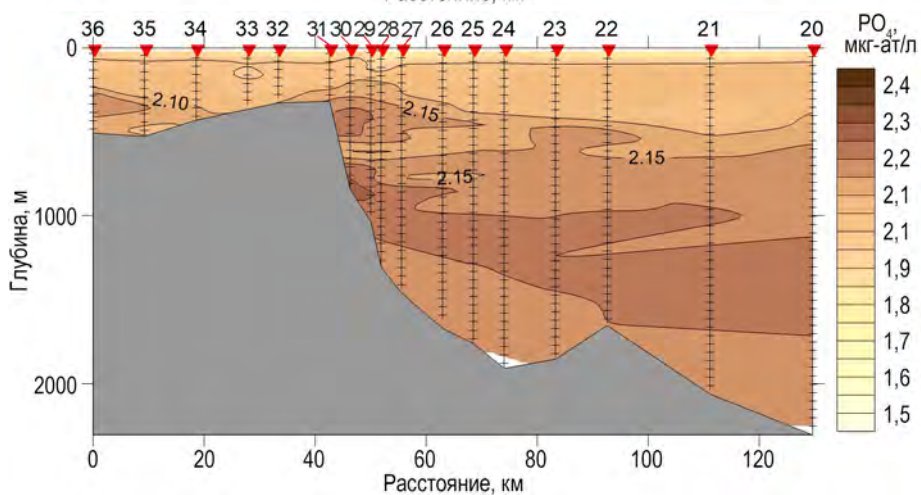
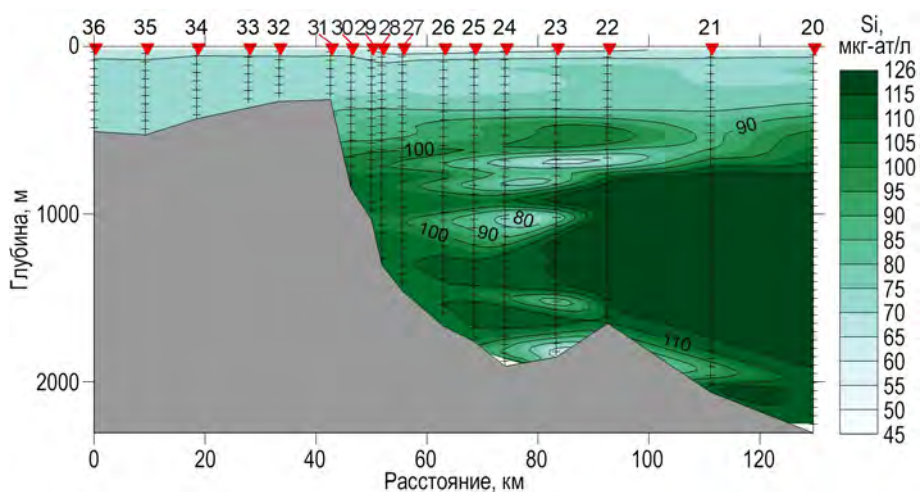
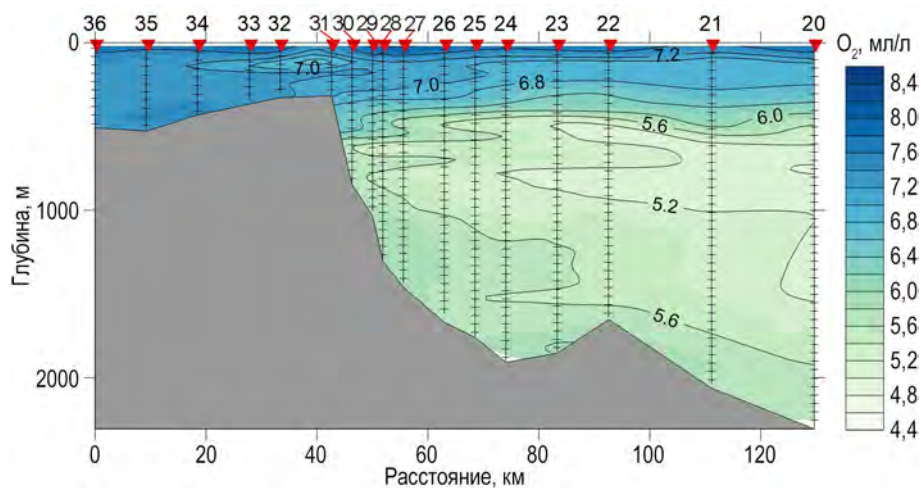
Разрез 8 — НЭС «Академик Федоров», 2022 г., 67-я РАЭ





Разрез 9 — НЭС «Академик Федоров», 2025 г., 70-я РАЭ





5. ОПИСАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА МОРЯ МОУСОНА

Для описания метеорологического режима моря Моусона используется база данных среднемесячных значений метеорологических параметров реанализа ERA5 — Европейского центра среднесрочных прогнозов (ESMWF) с пространственным разрешением $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ (<https://cds.climate.copernicus.eu/>). ERA5 представляет собой последнюю пятую версию реанализа (2017 г.) и является важным инструментом для описания и исследования изменений климата в Антарктике с редкой сетью метеостанций и небольшим количеством долгопериодных рядов наблюдений. Сопоставление данных наблюдений (среднемесячная температура приземного воздуха для 41 антарктической станции) с данными реанализа приводится в (Zhu J. et al., 2021), показано, что корреляция среднемесячных значений температуры ERA5 с данными наблюдений превышает 0,95. Для описания метеорежима моря Моусона используются следующие параметры (среднемесячные значения): температура приземного воздуха (на высоте 2 м над поверхностью), скорость приземного ветра (на высоте 10 м над поверхностью), давление на уровне моря, общая и нижняя облачность, осадки для временного периода 1991–2024 гг. Результаты представлены для района $58\text{--}68^\circ$ ю. ш., $90\text{--}115^\circ$ в. д. Также приведены результаты метеорологического бюро Австралии (Australia, Bureau of Meteorology) наблюдений для прибрежной станции Кейси ($66,3^\circ$ ю. ш., $110,5^\circ$ в. д.), полученные с электронных ресурсов legacy.bas.ac.uk и www.bom.gov.au.

5.1. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ

Большую часть года для всего района моря Моусона характерны отрицательные среднемесячные значения температуры. В летние месяцы положительные температуры наблюдаются до 63° ю. ш. (рис. 5.1.1). В отдельные теплые годы положительные среднемесячные температуры отмечены на широте $66,5^\circ$ в бухте Винсенс (январь 2002 г. и 2020 г.) (рис. 1.2). Южная граница положительных среднемесячных температур для самых теплых лет: ноябрь — $60,25^\circ$ ю. ш., декабрь — $62,5^\circ$ ю. ш., январь — $66,75^\circ$ ю. ш., февраль — $64,25^\circ$ ю. ш., март — $62,75^\circ$ ю. ш., апрель — $61,75^\circ$ ю. ш., при этом наиболее теплой является восточная часть моря Моусона. Наибольший перепад температур между южной и северной границами моря Моусона приходится на зимний сезон (до $14\text{--}16^\circ\text{C}$), минимальная разница наблюдается летом ($4\text{--}5^\circ\text{C}$).

На рис. 5.1.1 слева приведено пространственное распределение среднегодовых и среднесезонных значений температуры приповерхностного воздуха для периода 1991–2024 гг. Справа представлены оценки линейного тренда изменения температуры для периода 1991–2024 гг. Цветом отмечены области, где линейный тренд имеет значимость $> 95\%$, голубой цвет соответствует похолоданию, розовый — потеплению. Значимое повышение температуры наблюдается в летний сезон ($0,01\text{--}0,02^\circ\text{C}/\text{год}$) и в весенний сезон над северо-западной частью моря (до $0,04^\circ\text{C}/\text{год}$). Похолодание характерно для области южнее $63\text{--}63,5^\circ$ ю. ш. в зимний сезон ($-0,04\text{--}-0,06^\circ\text{C}/\text{год}$) (см. также рис. 5.1.3).

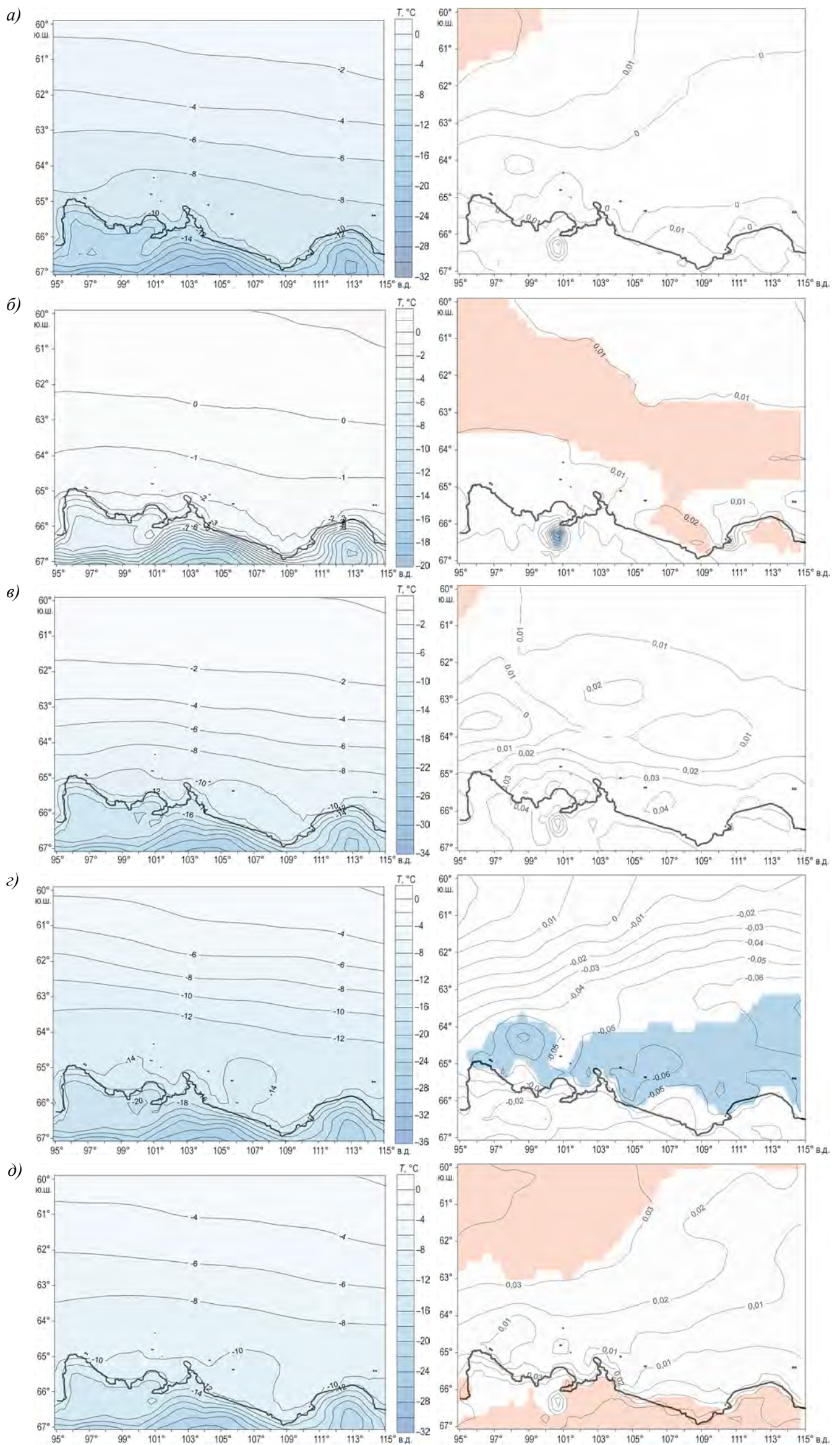


Рис. 5.1.1. Пространственное распределение средней для периода 1991–2024 гг. температуры приземного воздуха (среднегодовое и сезонные значения) (слева) и оценки линейного тренда для среднегодовых и сезонных изменений температуры (°C/год) (справа): а — для среднегодовых значений температуры, б — для летнего сезона, в — для осеннего сезона, г — для зимнего сезона, д — для весеннего сезона

В районе $95\text{--}101^\circ$ в. д. максимальные среднемесячные температуры наблюдались в январе, восточнее — в феврале для северной части моря (до $62,5^\circ\text{--}63,5^\circ$ ю. ш.) и в январе для южной части моря. Максимальная температура приземного воздуха на станции Кейси $+9,2^\circ\text{C}$ отмечена 24 января 2020 г. Минимальные среднемесячные температуры в году приходятся на август для всей акватории моря Моусона, для бухты Винсенс это май – июнь; самые низкие среднемесячные температуры (до -21°C) характерны для прибрежной зоны (рис. 5.1.2). Одна из самых низких температур приповерхностного воздуха ($\sim -43^\circ\text{C}$) за рассматриваемый временной период (согласно ежечасным данным ERA5) отмечена 24 августа 2005 г. вблизи берега в районе $101\text{--}103^\circ$ в. д. На станции Кейси минимальная температура $-37,5^\circ\text{C}$ наблюдалась 25 августа 2005 г.

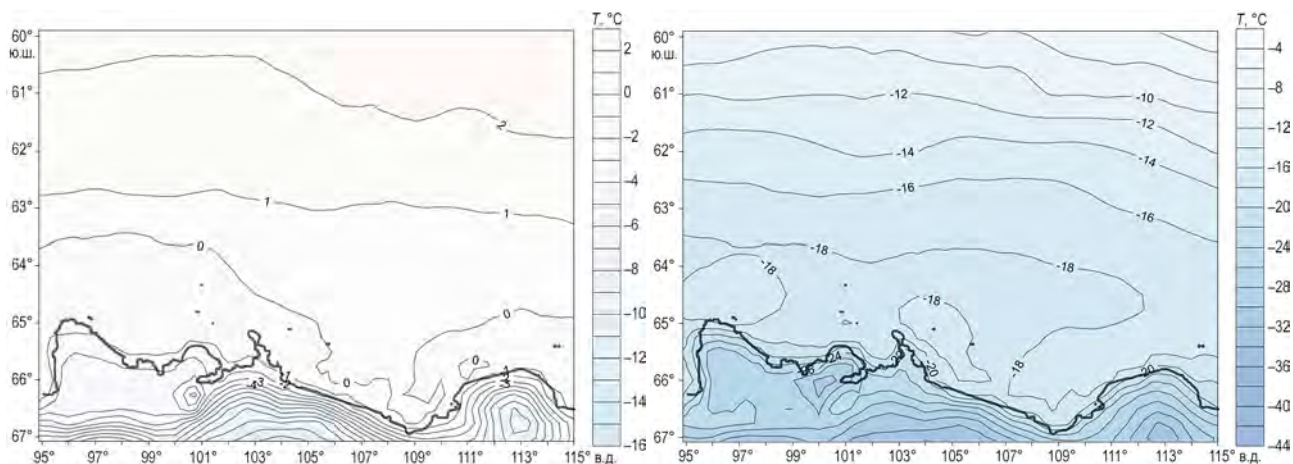


Рис. 5.1.2. Пространственное распределение максимальных (слева) и минимальных (справа) среднемесячных температур приповерхностного воздуха ($^\circ\text{C}$) для каждой точки области за период 1991–2024 гг.

На рис. 5.1.3 приводятся межгодовое (слева) и внутригодовое (справа) изменения температуры приповерхностного воздуха, осредненной вдоль круга широты между 90 и 115° в. д. для 60° ю. ш. (красная линия), 63° ю. ш. (фиолетовая линия) и 65° ю. ш. (синяя линия) для периода 1991–2024 гг. Для межгодового изменения температуры показаны линейные тренды (сплошная линия соответствует линейному тренду с уровнем значимости $> 95\%$). Для зоны 60° ю. ш. месяцы самые теплые месяцы ($T \approx 1^\circ\text{C}$) — с декабря по март, наиболее холодные — август и сентябрь. Для зоны 63° ю. ш. самые теплые месяцы ($T \approx -0,5^\circ\text{C}$) — это январь и февраль, наиболее холодный месяц — август; для зоны 65° ю. ш. самые теплые месяцы ($T \approx -1,5^\circ\text{C}$) — январь и декабрь, самые холодные — июль и август.

На рис. 5.1.4 приведены межгодовой (слева) и внутригодовой (справа) ход температуры приповерхностного воздуха за период 1991–2024 гг., полученные на основе измерений на станции Кейси. Значимое за рассматриваемый период изменение температуры (похолодание) наблюдается для зимнего сезона (сплошная линия тренда). Наиболее холодные месяцы — период с мая по август.

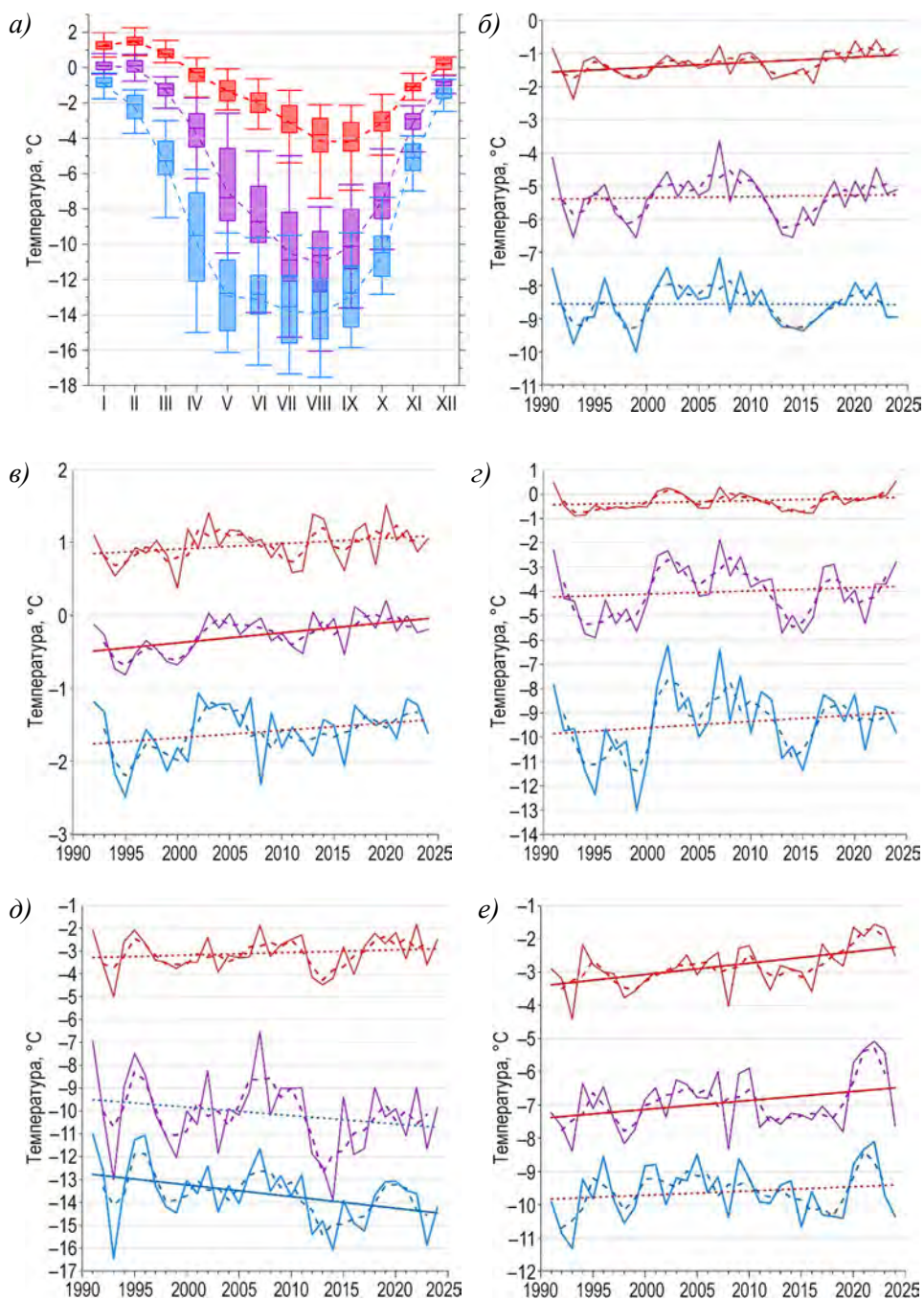


Рис. 5.1.3. Внутригодовой ход (а) и изменение осредненной вдоль круга широты температуры приповерхностного воздуха для периода 1991–2024 гг. (60° ю. ш. (красная линия), 63° ю. ш. (фиолетовая линия) и 65° ю. ш. (синяя линия)) (б — среднегодовое значение, сезонные значения: в — лето, г — осень, д — зима, е — весна)

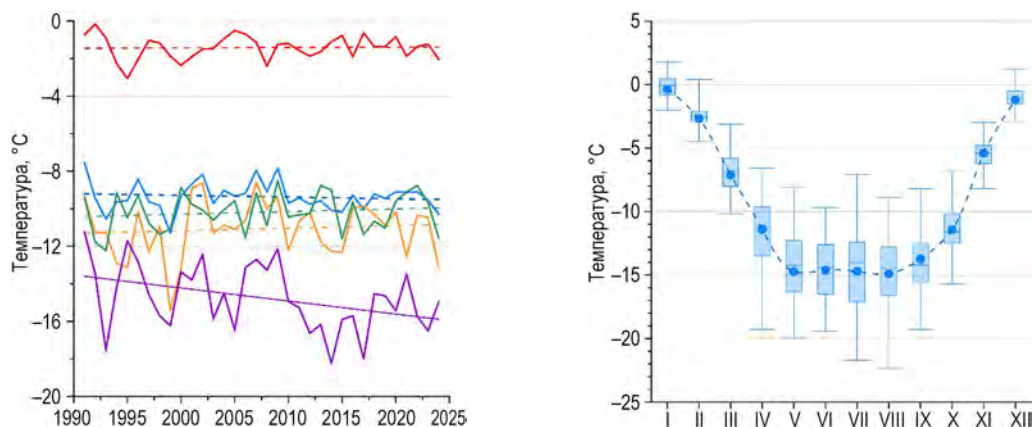


Рис. 5.1.4. Межгодовой (слева) и внутригодовой (справа) ход температуры приповерхностного воздуха для периода 1991–2024 гг. на станции Кейси (красная линия — лето, желтая — осень, фиолетовая — зима, зеленая — весна, синяя — среднегодовые значения)

На рис. 5.1.5 приведены аномалии среднегодовой температуры приповерхностного воздуха для четырех последних лет (референсный период 1991–2020 гг.). Самым теплым из последних четырех лет был 2022 год.

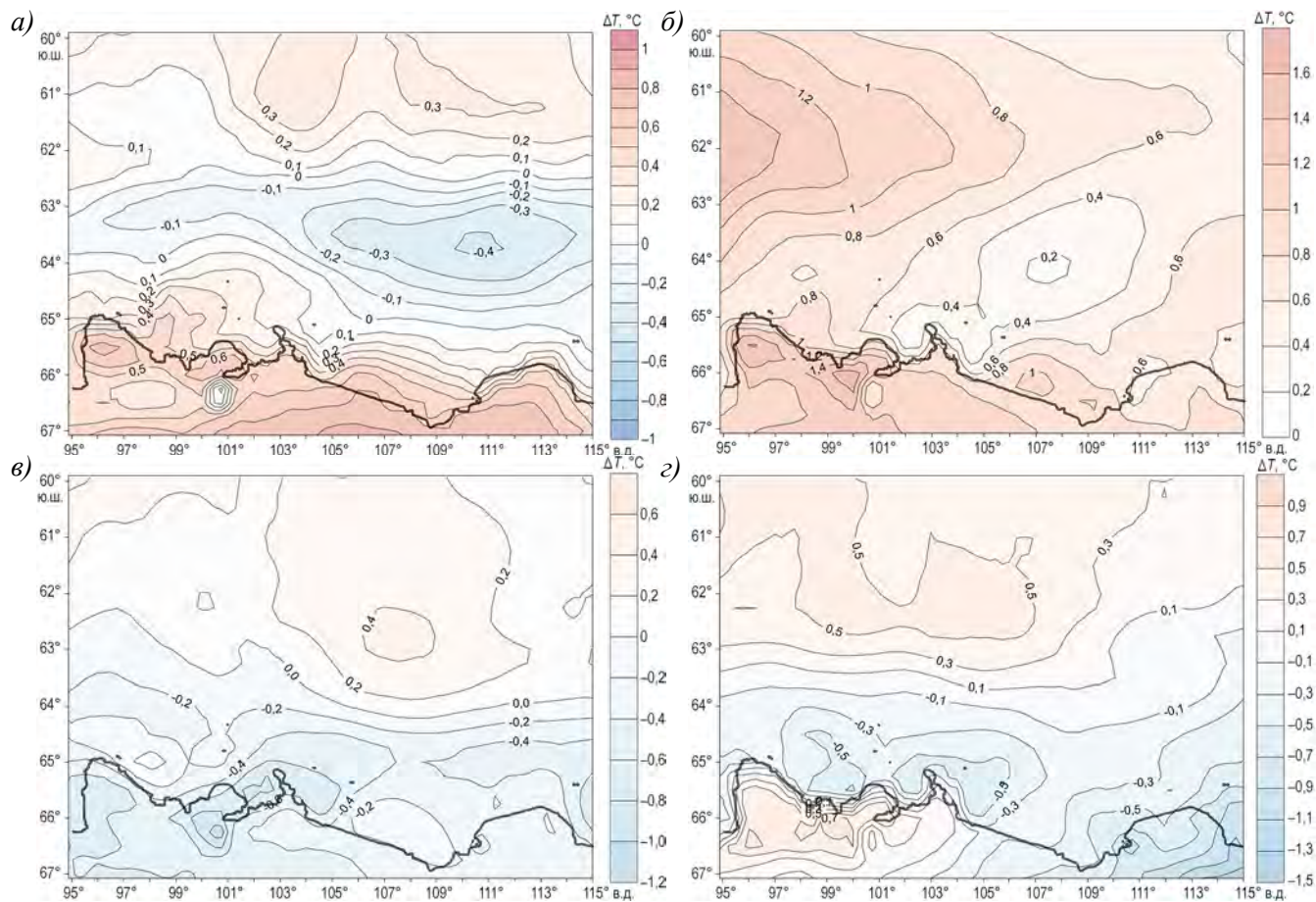


Рис. 5.1.5. Аномалии среднегодовой температуры приповерхностного воздуха (°C) относительно периода 1991–2020 гг. для: а — 2021 г., б — 2022 г., в — 2023 г., з — 2024 г.

5.2. ДАВЛЕНИЕ НА УРОВНЕ МОРЯ

На рис. 5.2.1 приведены пространственные распределения давления для каждого сезона года, рис. 5.2.2 представляет внутригодовой ход среднемесячного давления на уровне моря, осредненного вдоль круга широты, для периода 1991–2024 гг. На рис. 5.2.3 приведены распределения максимальных и минимальных среднемесячных значений давления на уровне моря для периода 1991–2024 гг. Минимальные значения давления для всей акватории моря Моусона наблюдаются в весенний период (сентябрь – ноябрь). Месяц с минимальным давлением — сентябрь (см. рис. 5.2.2), область минимальных значений давления на уровне моря располагается в районе $61,5\text{--}63^\circ$ ю. ш., только в зимний сезон область минимального давления ($980\text{--}980,5$ гПа для этого периода) смещается в северо-западную часть акватории моря Моусона.

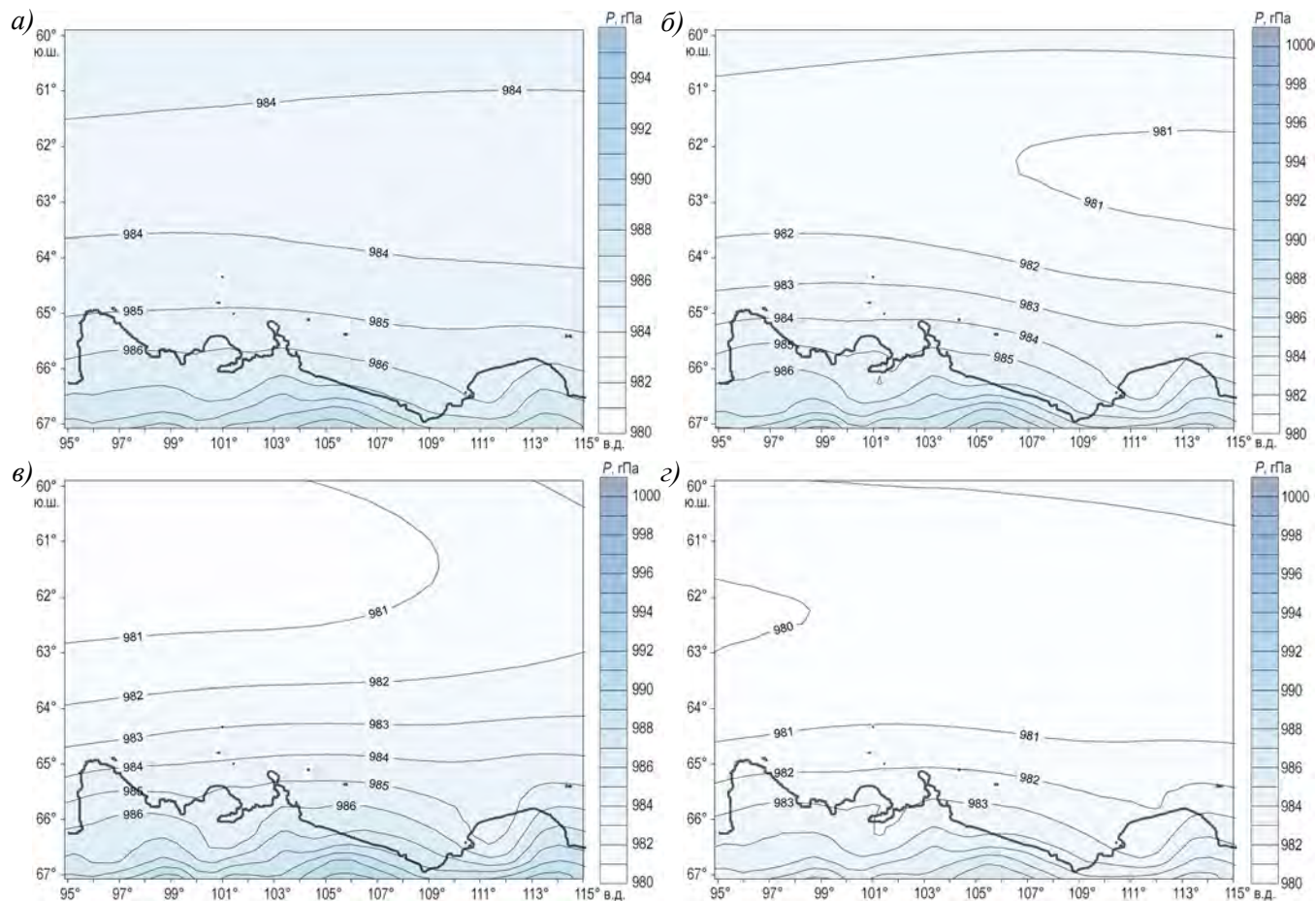


Рис. 5.2.1. Распределение среднесезонного давления на уровне моря (гПа), осредненного за период 1991–2024 гг., для: а — летнего сезона, б — осеннего сезона, в — зимнего сезона, г — весеннего сезона

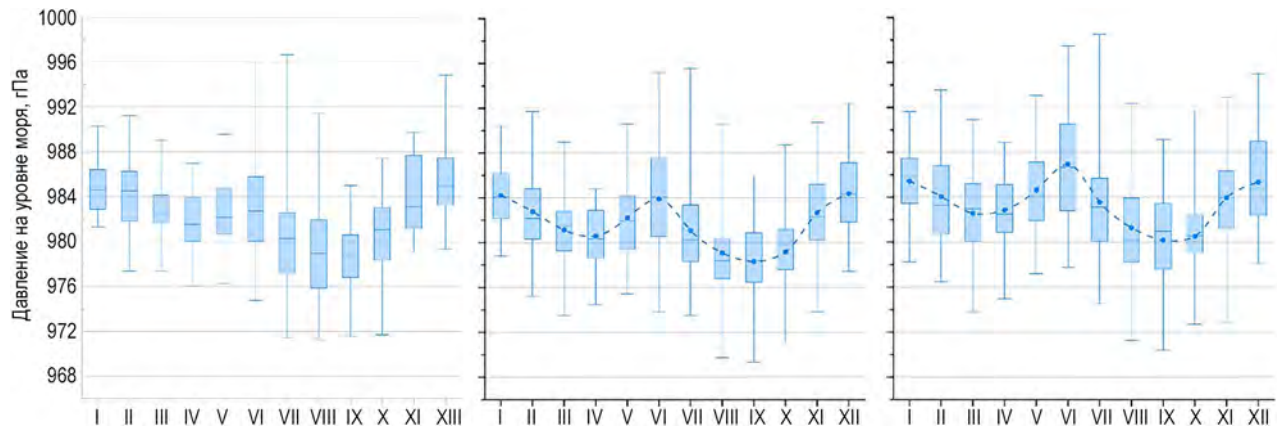


Рис. 5.2.2. Внутригодовой ход среднемесячного давления на уровне моря, осредненного вдоль круга широты (90–115° в. д.), для периода 1991–2024 гг. для 60° ю. ш. (слева), 63° ю. ш. (посередине) и 65° ю. ш. (справа)

Наибольшие среднемесячные значения давления на уровне моря отмечаются вблизи побережья (рис. 5.2.1 и 5.2.2). Максимальное среднемесячное давление на уровне моря (до 1006 гПа) отмечалось в июле 2005 г. в бухте Винсенс (см. рис. 5.2.3). Наименьшие среднемесячные значения давления (ниже 969 гПа) наблюдаются над центральной и восточной частью моря Моусона в сентябре.

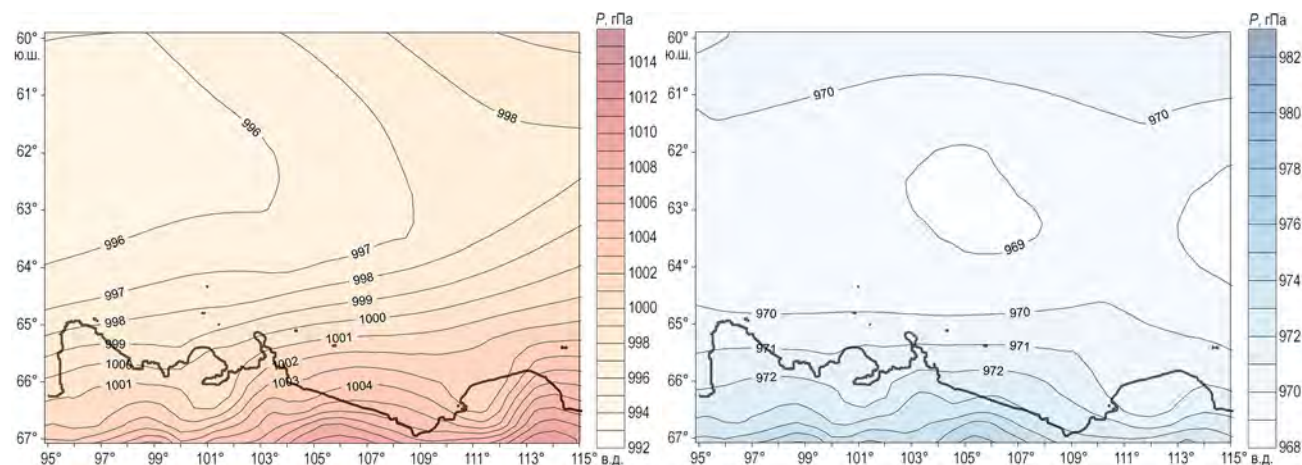


Рис. 5.2.3. Пространственное распределение максимальных (слева) и минимальных (справа) значений среднемесячного давления на уровне моря (гПа) для каждой точки области за период 1991–2024 гг.

На рис. 5.2.4 приведены оценки изменения среднемесячного давления на уровне моря для периода 1991–2024 гг. Для зимнего сезона характерно повышение давления над всей акваторией моря Моусона, однако статистически значимо давление растет над крайним северо-западным районом (до 0,085 гПа/год). В летний период давление на уровне моря понижается, статистически значимое изменение отмечается над юго-восточной частью моря (от $-0,07$ гПа/год до $-0,135$ гПа/год вблизи побережья бухты Винсенс). В переходные сезоны (осень, весна), а также для среднегодовых значений изменение давления на уровне моря статистически не значимо. На рис. 5.2.5 представлен межгодовой ход среднемесячного давления на уровне моря, осредненного вдоль круга широты (для 60° , 63° и 65° ю. ш.) для всех сезонов. Для осеннего, зимнего и весеннего сезона характерно повышение давления (линейный тренд положительный, показан прямыми линиями), для летнего сезона наблюдается понижение давления над всей акваторией моря Моусона, однако статистически значимо это изменение только для южной части моря (сплошная линия).

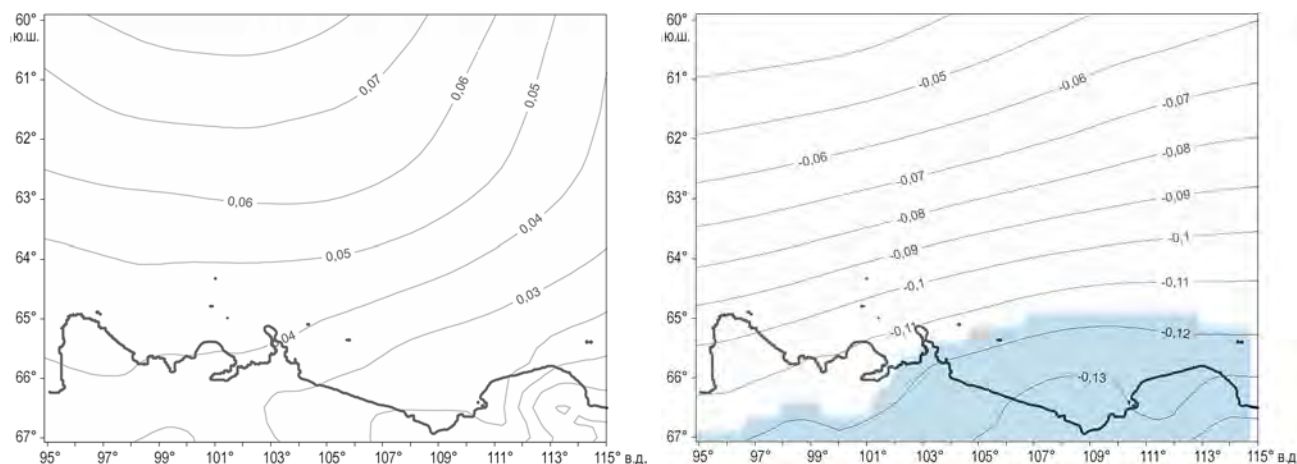


Рис. 5.2.4. Оценка линейного тренда для среднемесячных значений давления на уровне моря (для зимнего сезона — слева и для летнего сезона — справа) для периода 1991–2024 гг.

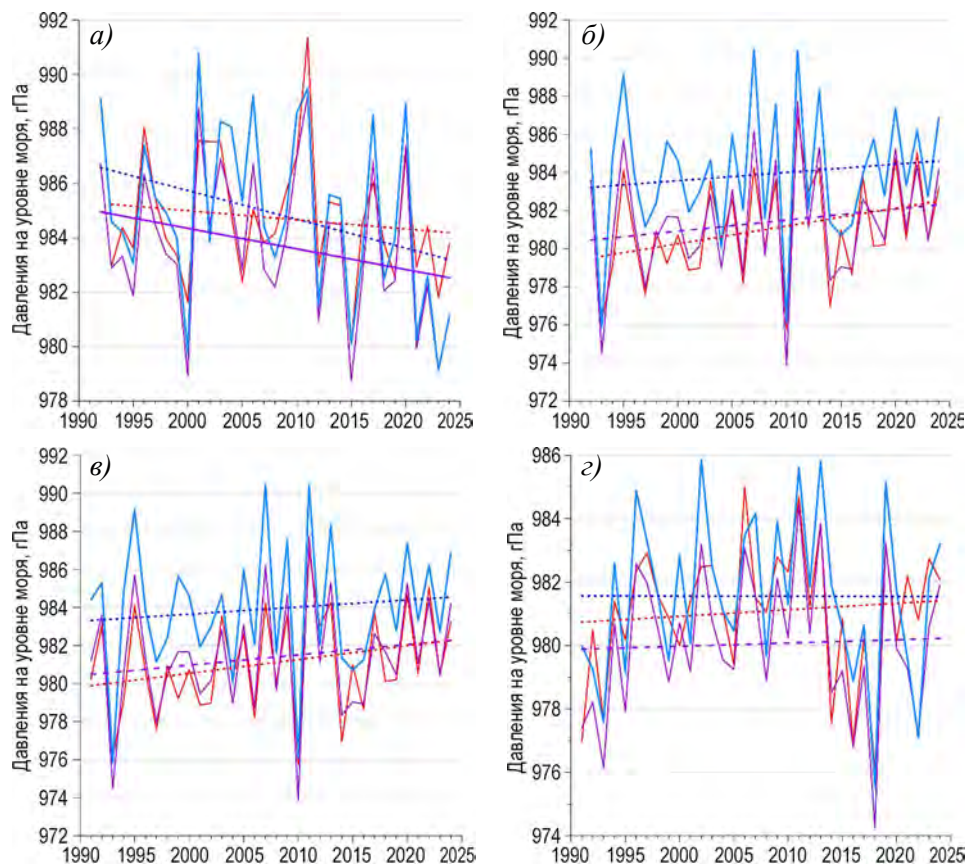


Рис. 5.2.5. Годовой ход осредненного вдоль круга широты давления на уровне моря для периода 1991–2024 гг. (60° ю. ш. (красная линия), 63° ю. ш. (фиолетовая линия) и 65° ю. ш. (синяя линия)) для: *а* — летнего сезона, *б* — осеннего сезона, *в* — зимнего сезона, *г* — весеннего сезона

На рис. 5.2.6 приведены внутригодовой ход (*а*) и межгодовые изменения (*б, в, г*) среднемесячного давления на уровне моря за период 1991–2024 гг., полученные на основе измерений на станции Кейси. Значимое за рассматриваемый период изменение давления на уровне моря (понижение) приходится на летний сезон. Самое низкое давление наблюдается в сентябре и октябре, второй минимум — в марте – апреле. Максимум осредненного за период 1991–2024 гг. давления на уровне моря приходится на июнь, абсолютное максимальное среднемесячное давление на уровне моря на станции Кейси наблюдалось в августе 1995 г. (1002,4 гПа).

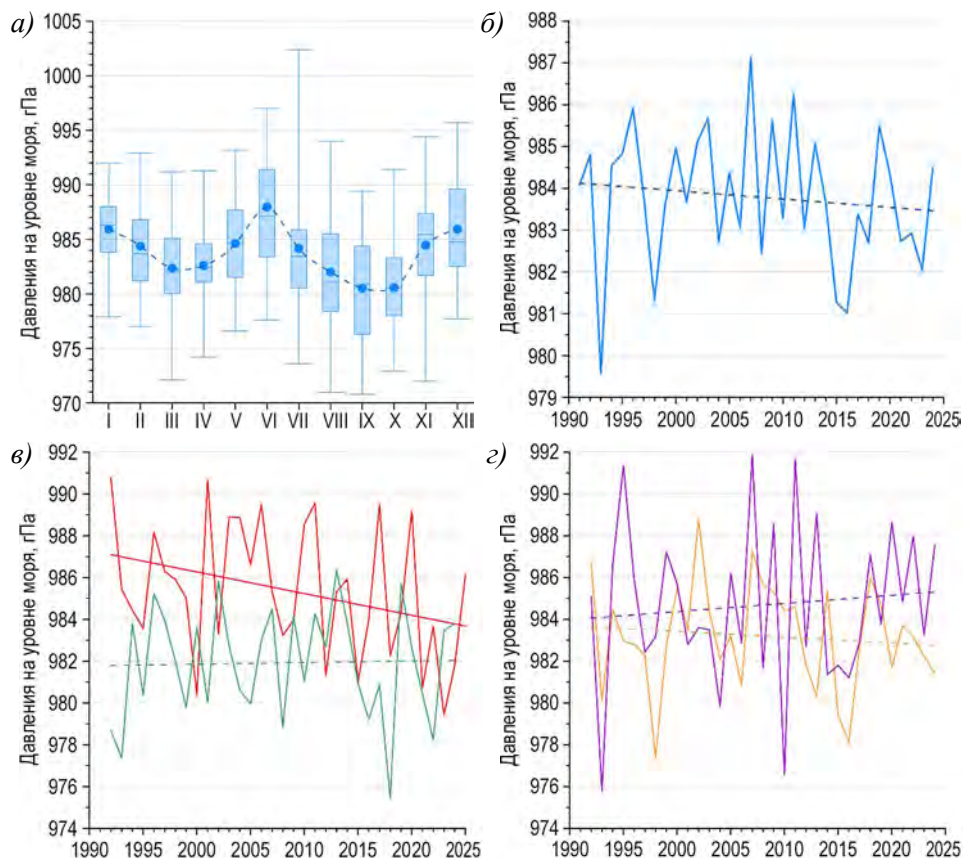


Рис. 5.2.6. Внутригодовой ход (*а*) и межгодовые изменения среднемесячного давления на уровне моря для периода 1991–2024 гг. на станции Кейси; *б* — среднегодовые значения, *в* — для летнего сезона (красная линия) и весеннего сезона (зеленая линия), *г* — для осеннего сезона (желтая линия) и зимнего сезона (фиолетовая линия)

На рис. 5.2.7 приведены аномалии среднегодового давления на уровне моря для четырех последних лет (референсный период 1991–2020 гг.). В 2024 г. повышенное относительно рассмотренного периода давление наблюдалось над всей акваторией моря Моусона.

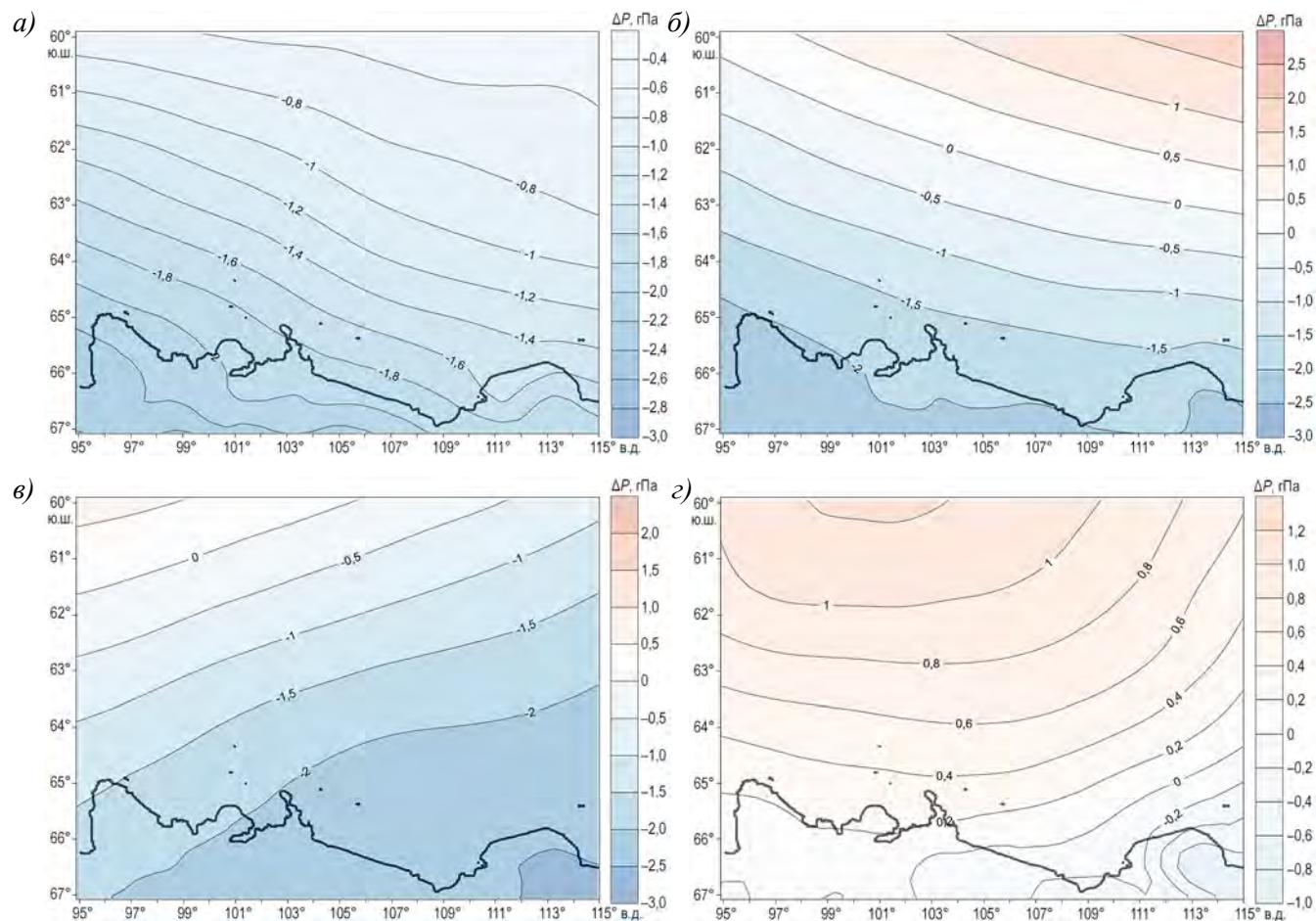


Рис. 5.2.7. Аномалии среднегодового атмосферного давления на уровне моря (гПа) относительно периода 1991–2020 гг. для:
а — 2021 г., б — 2022 г., в — 2023 г., з — 2024 г.

5.3. ВЕТРОВОЙ РЕЖИМ

На рис. 5.3.1 слева представлено среднее для периода 1991–2024 гг. векторное поле ветра на высоте 10 м над поверхностью. Над северной частью моря до широты $62,5^\circ$ ветер имеет западное направление, южнее 63° появляется восточная компонента, и по мере приближения к береговой линии ветер меняет направление на юго-восточное – восточное. Справа на рис. 5.3.1 представлено распределение средней за период 1991–2024 гг. скорости ветра у поверхности (м/с). Между $61,5^\circ$ и $63,5^\circ$ ю. ш. располагается зона с минимальными скоростями ветра (менее 3 м/с). Максимальные среднегодовые (до 10 м/с) скорости ветра наблюдаются в прибрежной зоне.

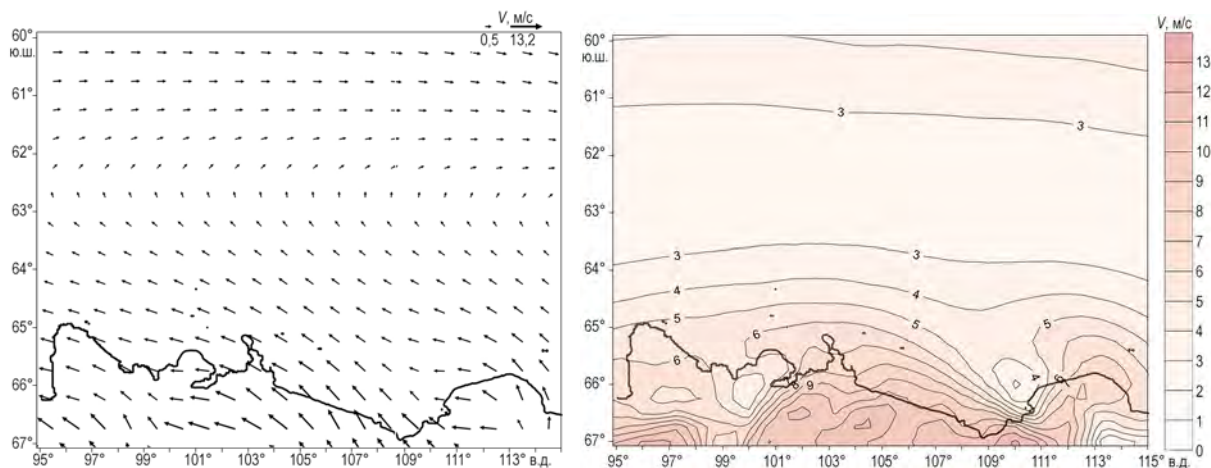


Рис. 5.3.1. Среднее для периода 1991–2024 гг. поле ветра над морем Моусона (слева) и пространственное распределение среднегодовой скорости ветра (справа)

На рис. 5.3.2 представлен межгодовой ход осредненной вдоль круга широты среднегодовой скорости ветра (слева). Для северной части моря Моусона (зона 60° ю. ш.) скорость ветра на протяжении периода 1991–2024 гг. меняется незначительно, для зоны 63° ю. ш. наблюдается слабый положительный незначимый тренд, в прибрежной зоне (65° ю. ш.) скорость ветра у поверхности снижается значительно (синяя сплошная линия). Наиболее значительное снижение скорости ветра приходится на зону между 63° и $65,5^\circ$ ю. ш. в летний сезон — до $-0,06$ м/с/год (см. рис. 5.3.3), ослабление ветра происходит, в основном, вследствие ослабления переноса вдоль круга широты, в меридиональном направлении ветер у поверхности над большей частью акватории моря Моусона изменяется незначительно. Над северо-восточным районом моря Моусона в летний период приповерхностный ветер усиливается (до $0,03$ м/с/год). В остальные периоды (весна, осень, зима) изменение скорости ветра является незначимым для периода 1991–2024 гг.

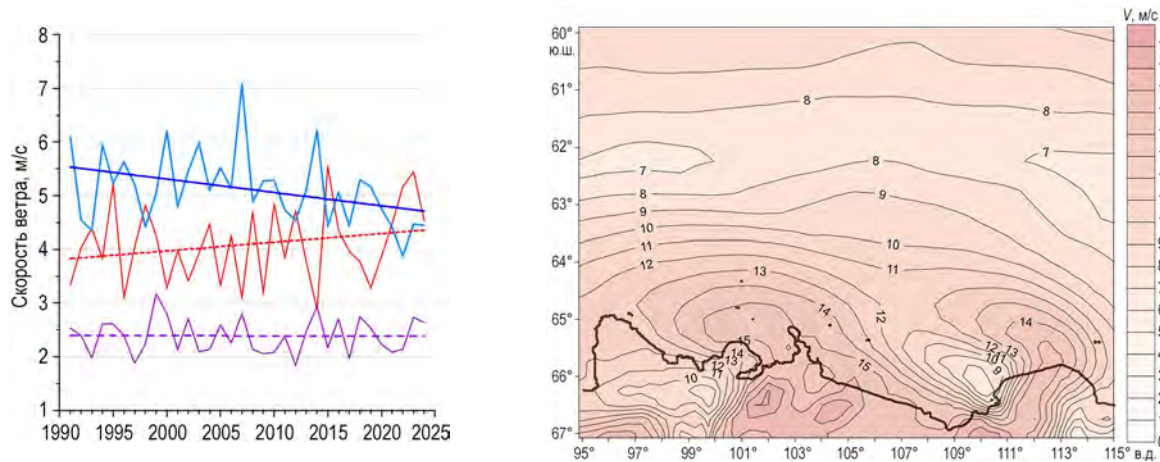


Рис. 5.3.2. Межгодовая изменчивость осредненной вдоль круга широты среднегодовой скорости ветра у поверхности (слева): для 60° ю. ш. — красная линия, для 63° ю. ш. — фиолетовая линия и для 65° ю. ш. — синяя линия и максимальные среднемесячные скорости ветра за период 1991–2024 гг. (справа)

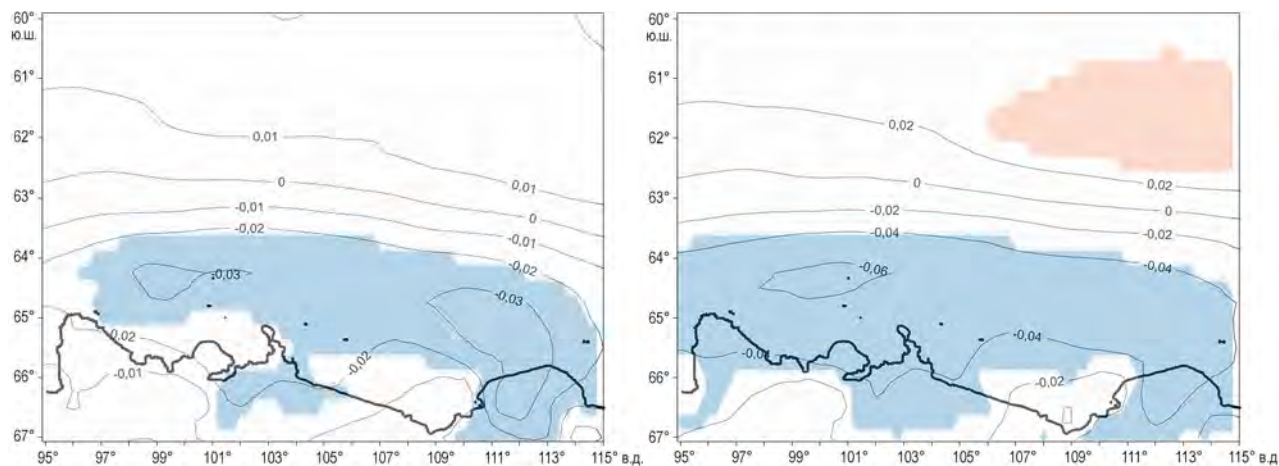


Рис. 5.3.3. Оценки линейного тренда для среднегодовой скорости ветра (слева) и для скорости ветра для летнего сезона (справа) для периода 1991–2024 гг. (значимость тренда > 95 % отмечена цветом: голубой — отрицательный тренд, розовый — положительный тренд)

На рис. 5.3.4 представлена внутригодовая изменчивость среднемесячной скорости ветра, осредненной вдоль круга широты для 60°, 63° и 65° ю. ш. для периода 1991–2024 гг. В зоне 60° ю. ш. наблюдаются два максимума: в марте (5,3 м/с) и менее значительный в сентябре (4,7 м/с). Минимальная среднемесячная скорость приходится на январь (3,1 м/с) и на июнь (3,3 м/с). В зоне 63° ю. ш. внутригодовой ход среднемесячной скорости ветра выражен слабо, в зоне 65° ю. ш. максимум среднемесячной скорости приповерхностного ветра приходится на июнь (7 м/с), на станции Кейси (рис. 5.3.5) — это период с июля по сентябрь (8,5–8,2 м/с). Значимого изменения среднемесячной скорости приповерхностного ветра на станции Кейси не отмечается (рис. 5.3.5). На рис. 5.3.6 представлены аномалии среднегодовой скорости приповерхностного ветра для четырех последних лет (референсный период 1991–2020 гг.). Для всех четырех лет скорость ветра над северной частью моря была выше средних значений, а над южной частью моря ветер был слабее.

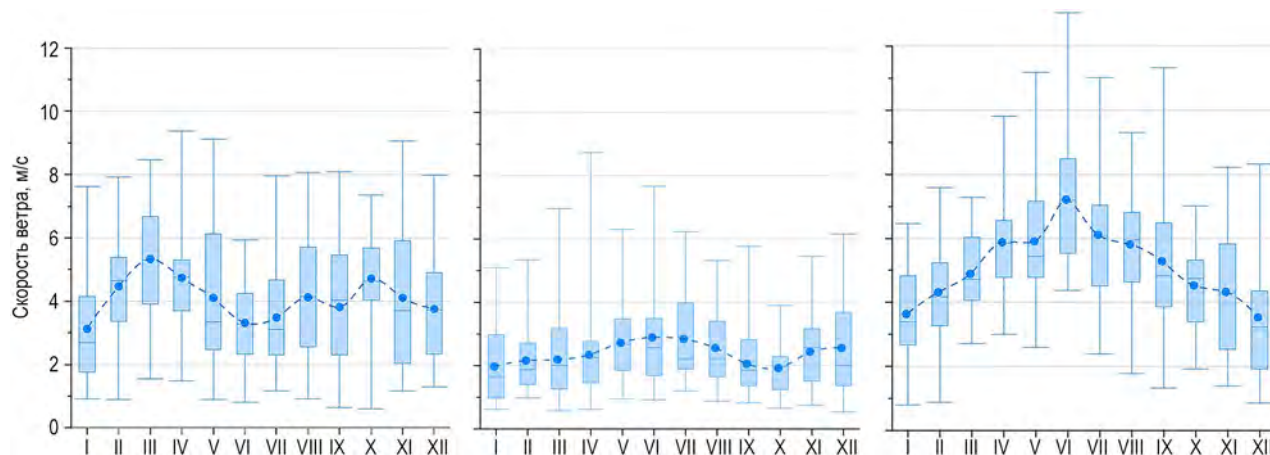


Рис. 5.3.4. Внутригодовая изменчивость скорости ветра (на высоте 10 м над поверхностью), осредненной вдоль круга широты (90–115° в. д.) для 60° ю. ш. (слева), 63° ю. ш. (посередине) и 65° ю. ш. (справа) для периода 1991–2024 гг.

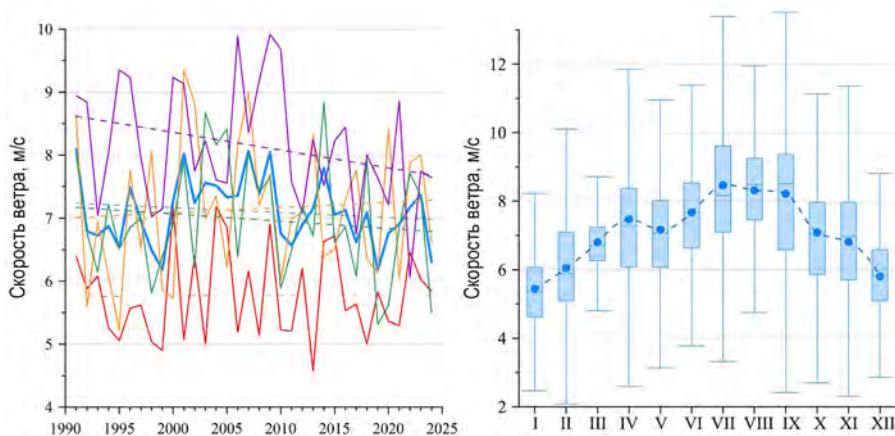


Рис. 5.3.4. Межгодовые (слева) и внутригодовой ход (справа) скорости ветра у поверхности для периода 1991–2024 гг. на станции Кейси, красная линия — лето, желтая линия — осень, фиолетовая линия — зима, зеленая линия — весна, синяя — среднегодовые значения

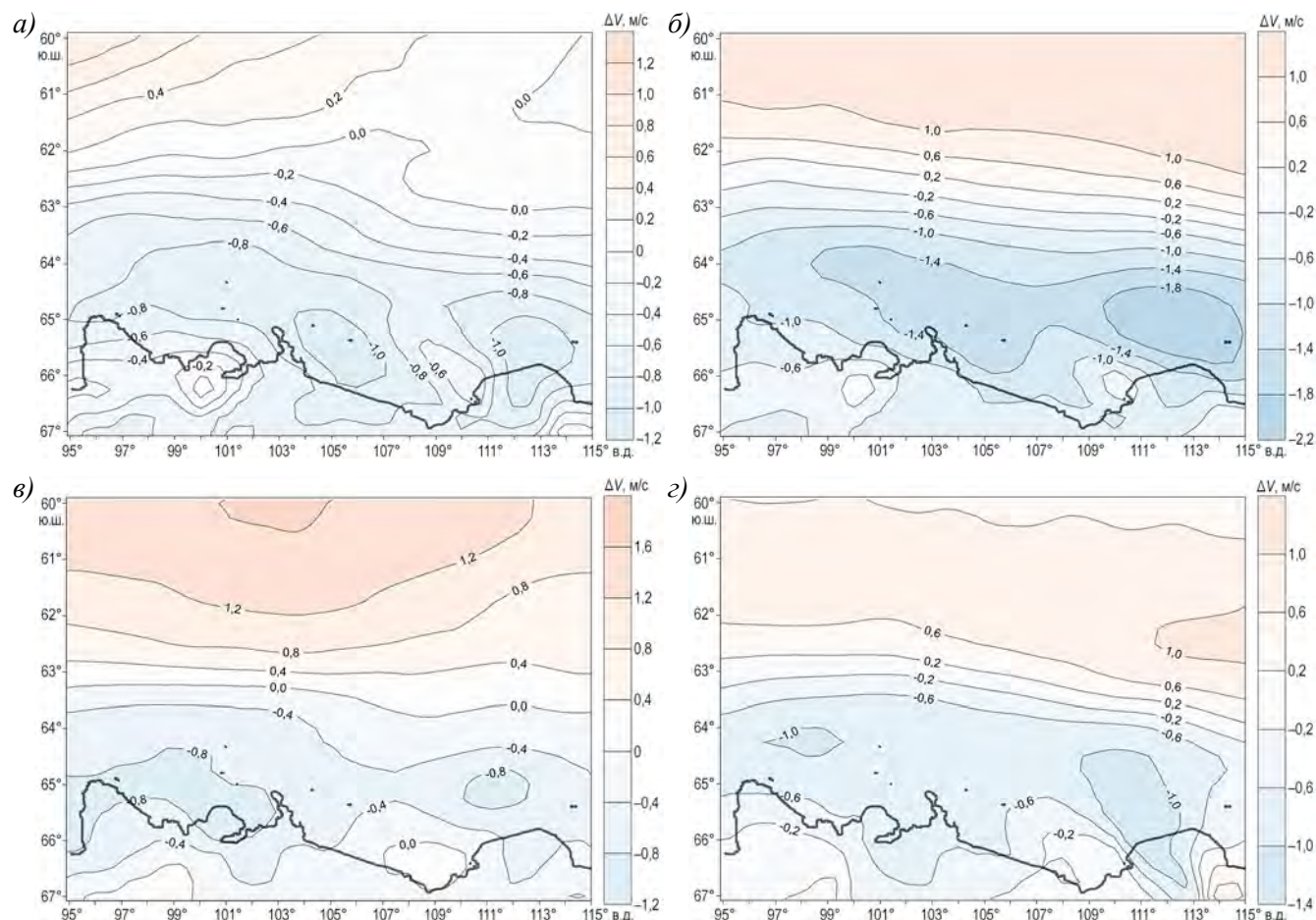


Рис. 5.3.6. Аномалии среднегодовой скорости ветра (м/с) (на высоте 10 м над поверхностью) относительно периода 1991–2020 гг. для: а — 2021 г., б — 2022 г., в — 2023 г., г — 2024 г.

5.4. ОСАДКИ

На рис. 5.4.1 слева представлено пространственное распределение среднегодового количества осадков в месяц, среднемесячные суммы осадков над морем Моусона изменяются в пределах от 1,0–1,5 мм/сут. (35 мм/мес.) вблизи побережья до 3 мм/сут. (80–90 мм/мес.) над северной частью моря Моусона. Максимальное количество осадков в месяц отмечено в июле вдоль западной части побережья бухты Винсенс — до 10,6 мм/сут. (310–320 мм/мес.) и у побережья на юго-восточной границе моря Моусона — до 11,0 мм/сут., или 330 мм/мес. (рис. 5.4.1 — справа). Минимальное количество осадков во все сезоны приходится на восточный берег бухты Винсенс. На рис. 5.4.2 приведено пространственное распределение среднесезонных за период 1991–2024 гг. сумм осадков за месяц. Наибольшее количество осадков отмечается вблизи побережья над крайней юго-восточной частью моря в зимний период — до 5 мм/сут. (> 150 мм/мес.).

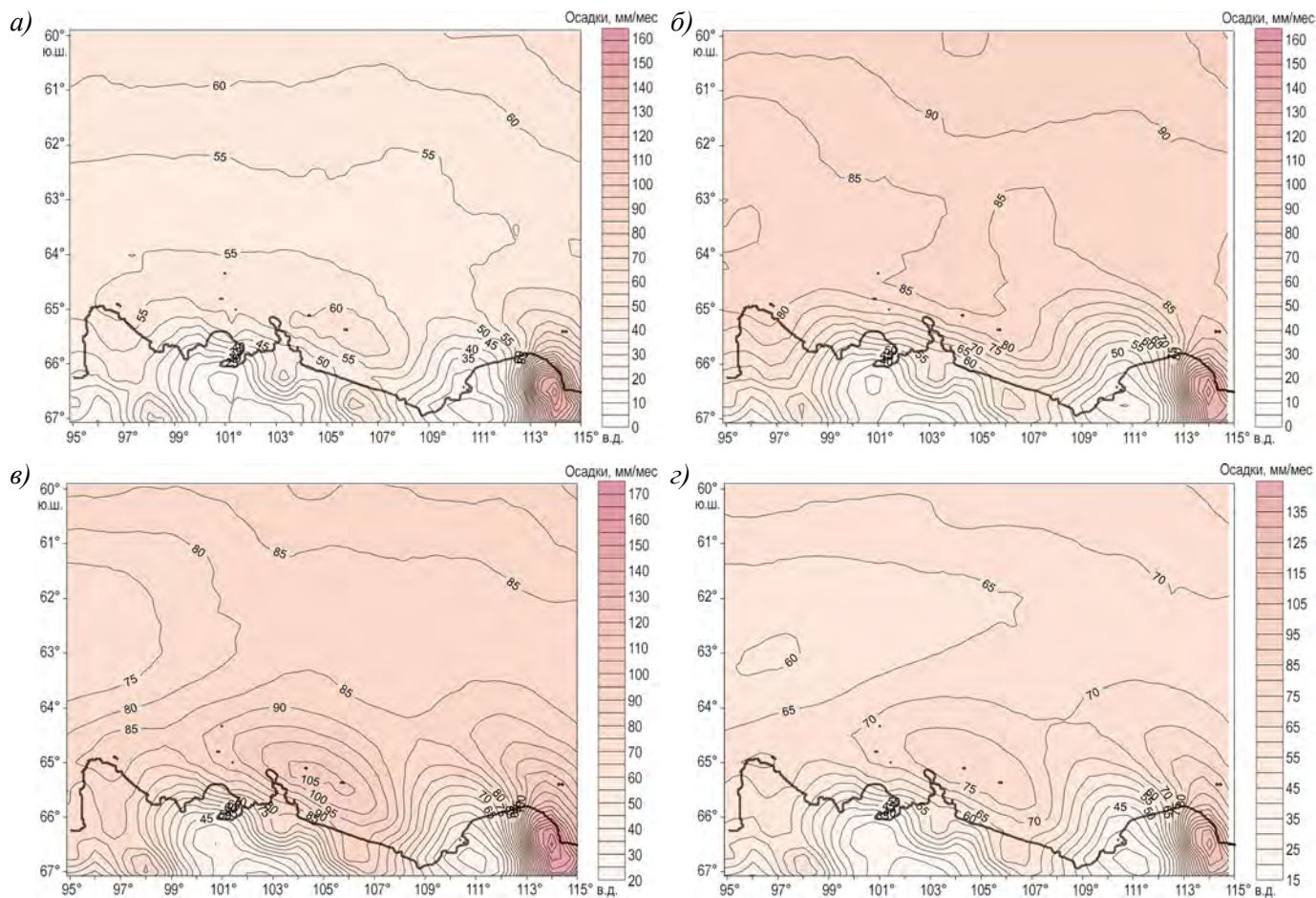
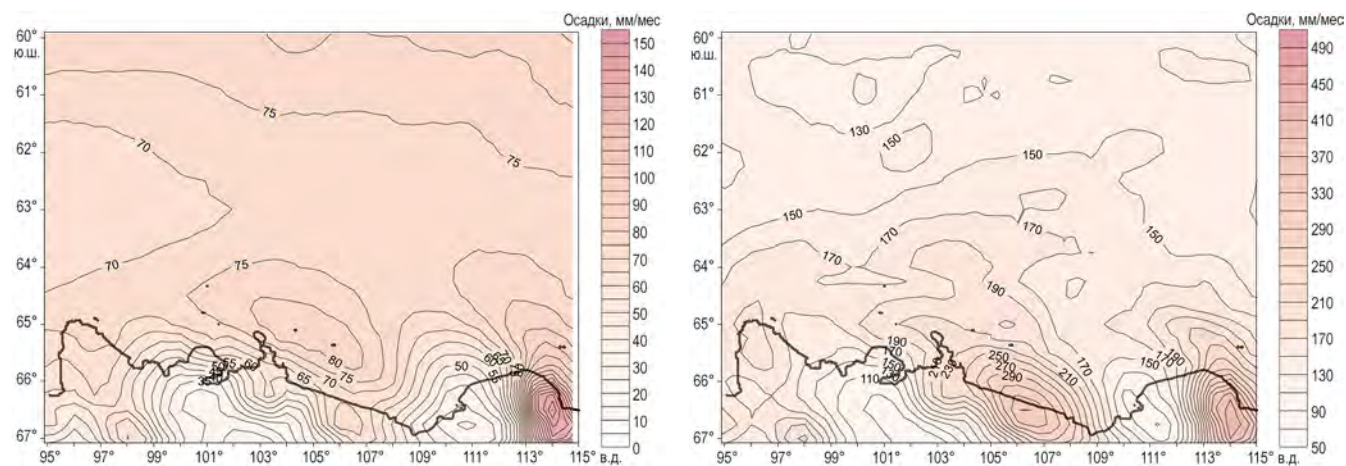


Рис. 5.4.3 показывает, как меняется количество осадков в течение года над северной (60° ю. ш.), средней (63° ю. ш.) и южной (65° ю. ш.) частью моря Моусона. Месяцы с минимальным количеством осадков — декабрь и январь. На рис. 5.4.4 показаны аномалии среднегодовых сумм осадков за месяц (%) относительно периода 1991–2020 гг. для последних четырех лет.

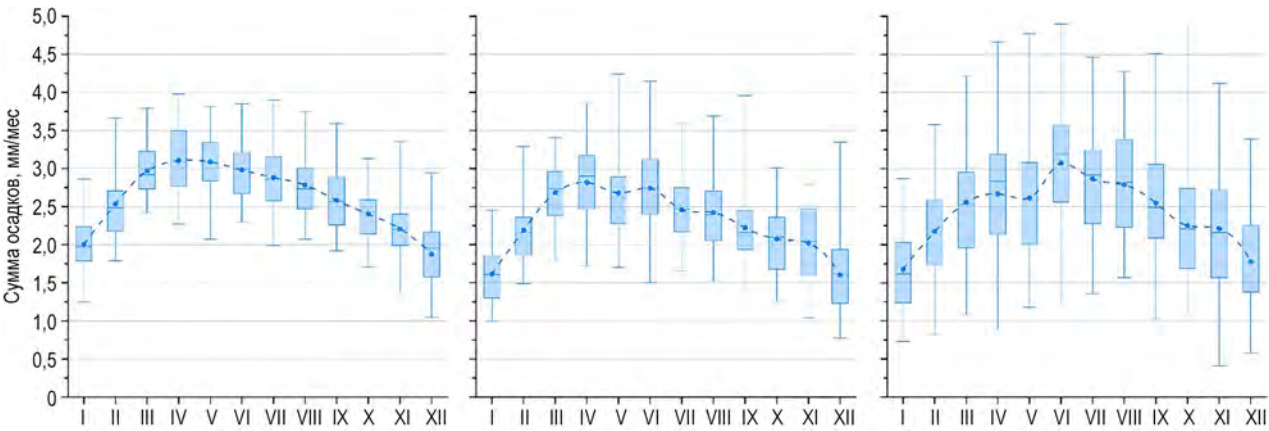


Рис. 5.4.3. Внутригодовая изменчивость суммы осадков (мм/мес.), осредненной вдоль круга широты (90–115° в. д.) для 60° ю. ш. (слева), 63° ю. ш. (посередине) и 65° ю. ш. (справа) для периода 1991–2024 гг.

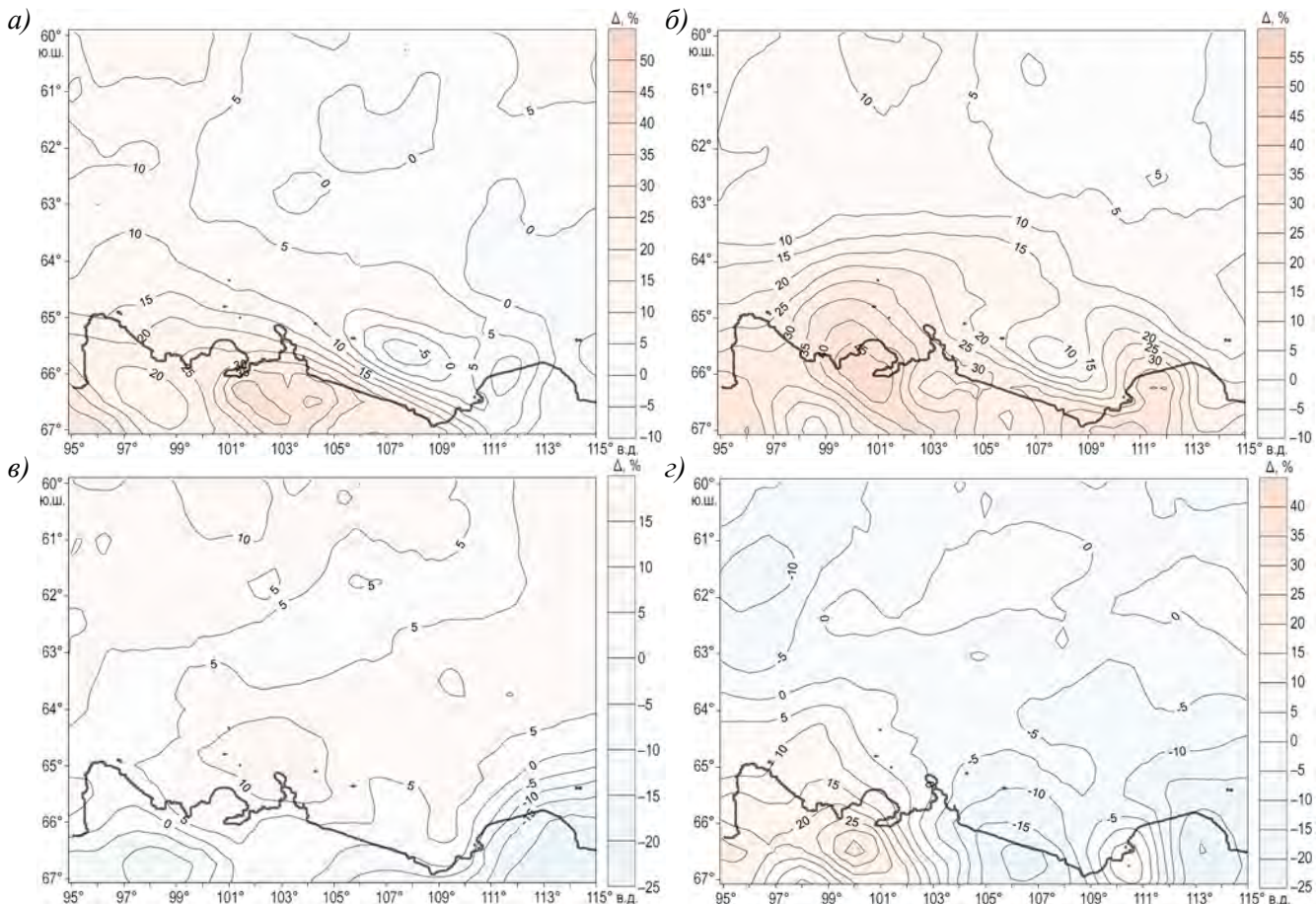


Рис. 5.4.4. Аномалии среднегодовых сумм осадков за месяц (%) относительно периода 1991–2020 гг. для: а — 2021 г., б — 2022 г., в — 2023 г., з — 2024 г.

Рис. 5.4.5 представляет оценки линейного тренда изменения количества осадков ((мм/мес.)/год). Значимое снижение количества осадков происходит только над юго-восточной частью моря Моусона в зимний период. В остальные сезоны изменение количества осадков незначительное.

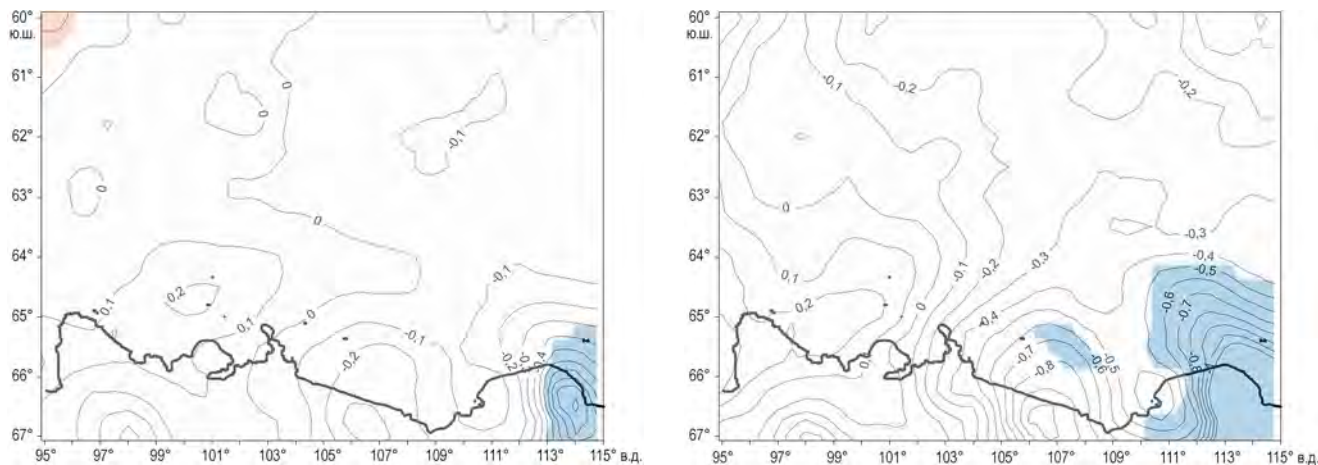


Рис. 5.4.5. Оценки линейного тренда средней за год суммы осадков за месяц (слева) и суммы осадков за месяц средней для зимнего сезона (справа) ((мм/мес.)/год) для периода 1991–2024 гг. (области, где значимость тренда > 95 %, отмечены цветом: голубой — отрицательный тренд, розовый — положительный тренд)

5.5. ОБЛАЧНОСТЬ

В реанализе ERA5 данный безразмерный параметр (облачность) изменяется в пределах от 0 до 1 и характеризует долю модельной ячейки ($0,25^\circ \times 0,25^\circ$), закрытую облаками. На рис. 5.5.1 показан внутригодовой ход общей и нижней облачности над северной, средней и южной зонами моря Моусона. Над северной частью моря Моусона минимальное количество облаков наблюдается в феврале (0,62 — для нижней облачности, 0,9 — для общей облачности), над средней частью и южными районами моря Моусона минимум облаков приходится на декабрь и январь. Наибольшее количество облаков характерно для средней части моря Моусона с мая по сентябрь. Наиболее свободные от облаков месяцы — январь – февраль и ноябрь – декабрь над южной частью моря Моусона. На рис. 5.5.2 представлено пространственное распределение средней для периода 1991–2024 гг. общей и нижней облачности. Максимум облаков (до 0,9 для общей облачности и 0,82 для нижней облачности) располагается над центральной частью моря Моусона между 61° и 63° ю. ш. По мере приближения к побережью количество облаков снижается до 0,6 для общей облачности и до 0,3 для нижней облачности (рис. 5.5.2).

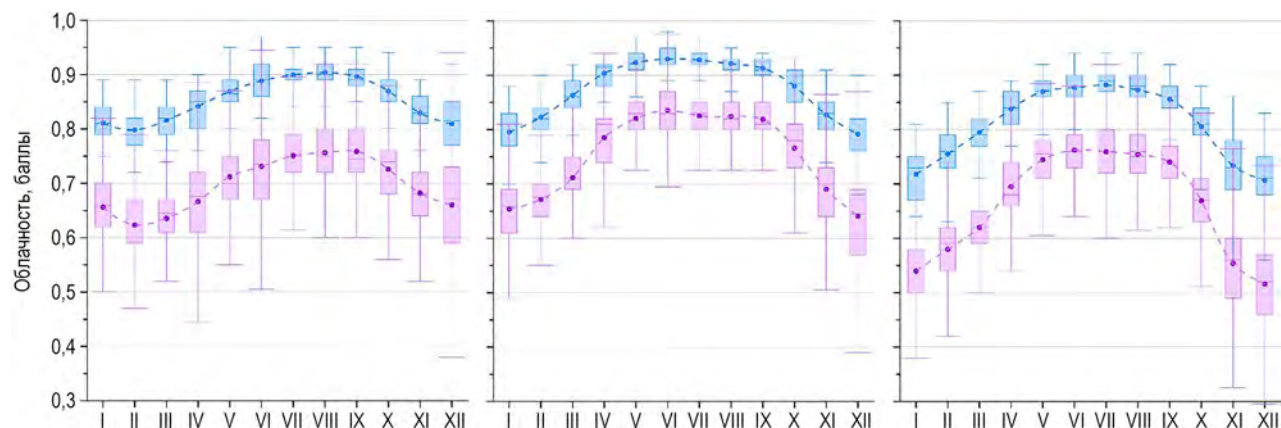


Рис. 5.5.1. Внутригодовая изменчивость облачности, осредненной вдоль круга широты (90° – 115° в. д.) для 60° ю. ш. (слева), 63° ю. ш. (посередине) и 65° ю. ш. (справа) для периода 1991–2024 гг. (общая облачность — голубой цвет, нижняя облачность — розовый цвет)

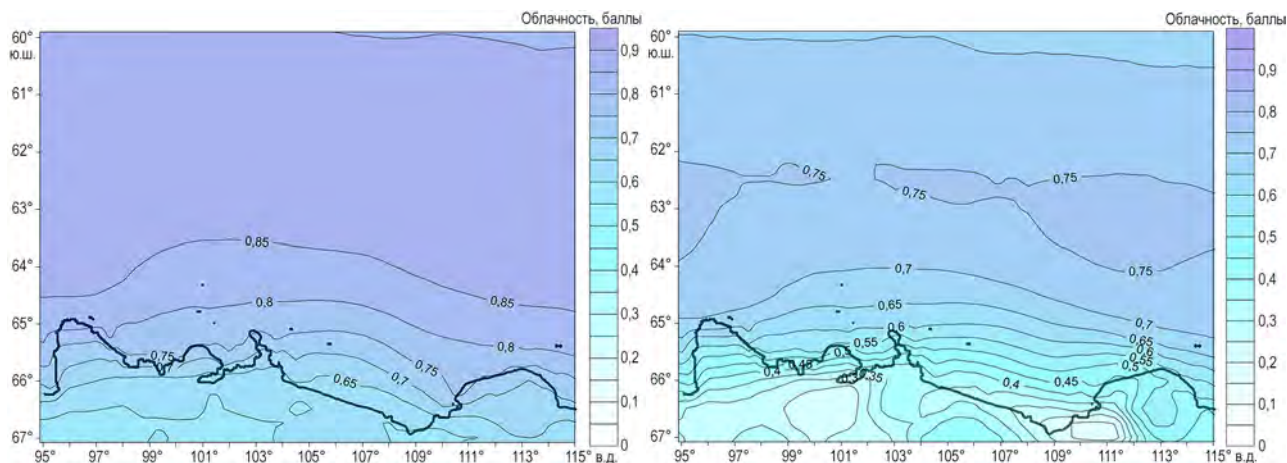


Рис. 5.5.2. Пространственное распределение средней для периода 1991–2024 гг. облачности: общая облачность — слева, нижняя облачность — справа

На рис. 5.5.3 приведены оценки аномалии среднегодовой облачности (%) относительно периода 1991–2020 гг. для четырех последних лет. Почти над всей акваторией моря Моусона количество облаков снизилось по отношению к референсному периоду (за исключением прибрежной зоны в 2021 и 2022 гг.).

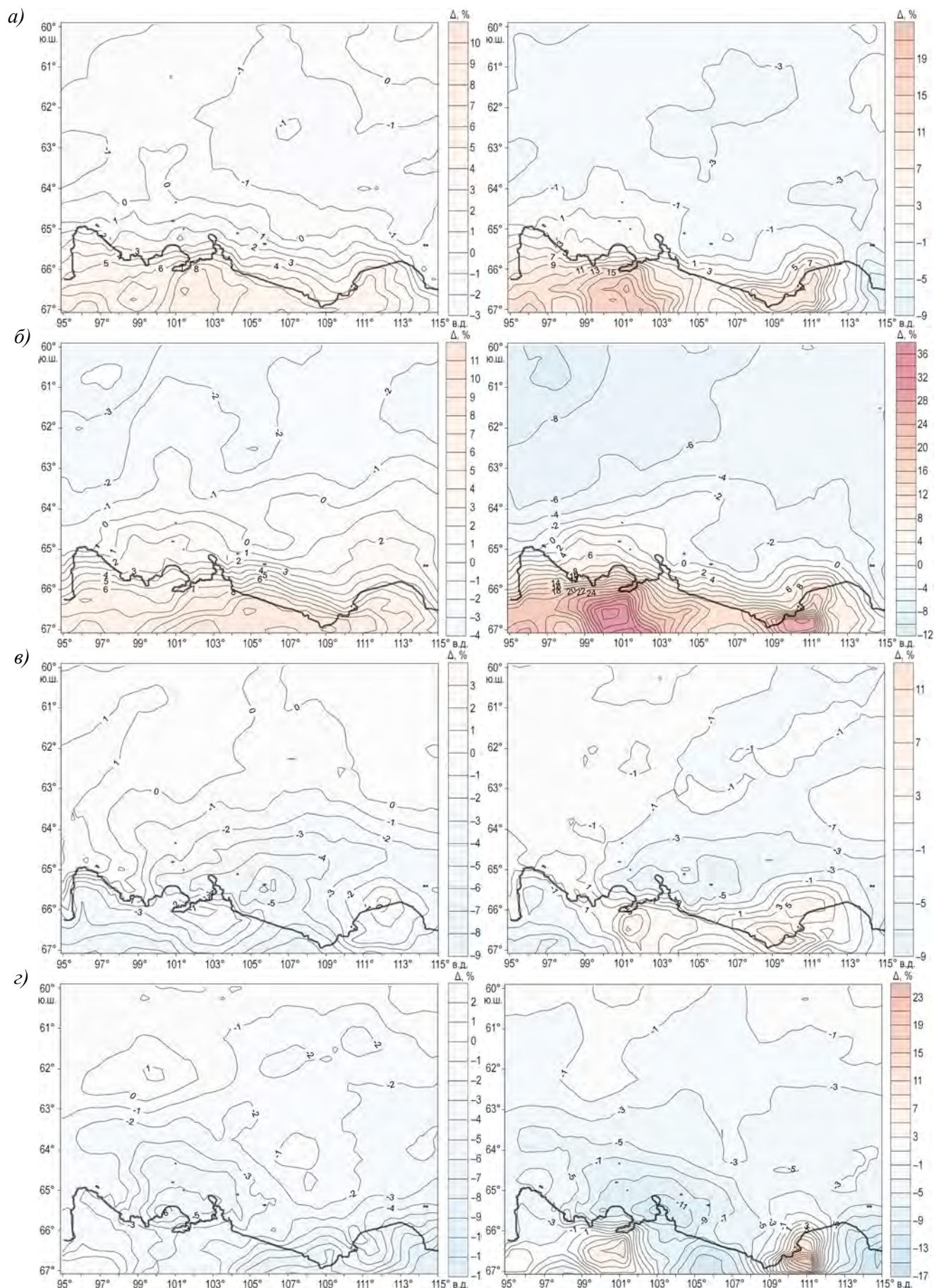


Рис. 5.5.3. Аномалии среднегодовой облачности (%) относительно периода 1991–2020 гг. для: а — 2021 г., б — 2022 г., в — 2023 г., з — 2024 г. для общей облачности (слева), для нижней облачности (справа)

На рис. 5.5.4 представлены оценки линейного тренда для среднегодовой облачности (общей и нижней). И общая, и нижняя облачность демонстрируют тенденцию к снижению, при этом нижняя облачность уменьшается быстрее и над большей территорией моря.

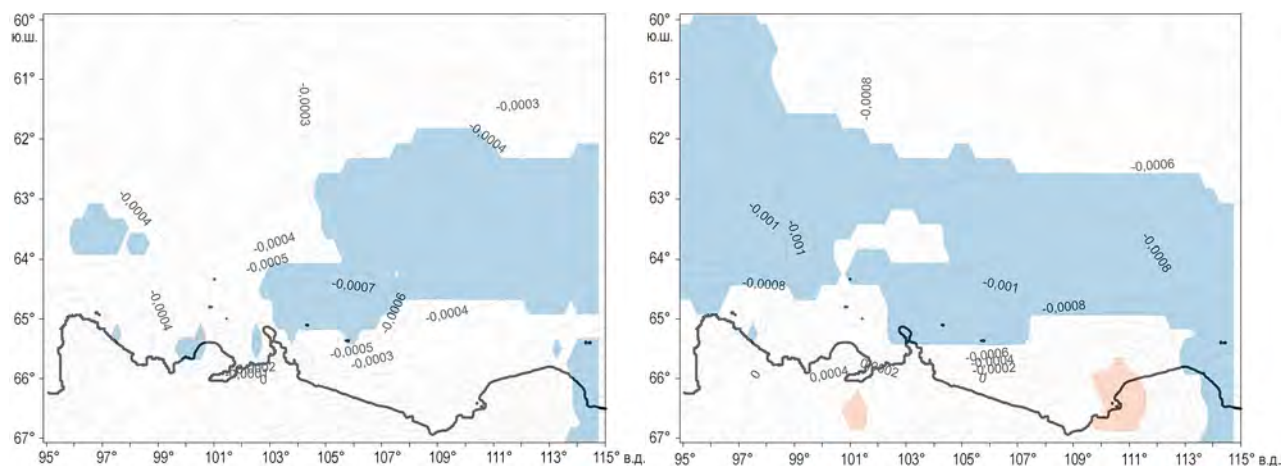


Рис. 5.5.4. Оценки линейного тренда среднегодовой облачности (для общей облачности — слева и нижней облачности — справа) для периода 1991–2024 гг. (области, где значимость тренда > 95 %, отмечены голубым цветом)

ИСТОЧНИКИ

Zhu, Jiangping et al. (2021) An Assessment of ERA5 Reanalysis for Antarctic Near-Surface Air Temperature. *Atmosphere*, 12(2), 217. DOI:10.3390/atmos12020217.

6. ЛЕДОВЫЙ РЕЖИМ МОРЯ МОУСОНА

В силу физико-географических особенностей, море Моусона делится на два района, в которых ледовый режим существенно отличается. В западной части он определяется конфигурацией шельфового ледника Шеклтона и темпами роста языков выводных ледников Денмена и Скотта. В восточной части ледовый режим более типичен для окраинных морей Восточной Антарктиды, так как там расположена обширная бухта Винсенс, характеризующаяся относительно ровной береговой линией.

Дрейфующий лед

Дрейфующий лед в море Моусона представлен однолетними льдами. После разрушения обширных участков многолетнего припая к западу от бухты Винсенс, старые льды местного происхождения практически не встречаются, и основная масса старого льда приносится извне, из расположенных восточнее акваторий, в том числе из Балленского массива, при этом их доля в общей массе дрейфующих льдов в море Моусона не превышает 10 %. Интенсивное ледообразование начинается в конце февраля — начале марта (рис. 6.1). Начальные формы льда заполняют местные полыньи, а также зоны скопления остаточного льда. Шельфовая часть моря заполняется льдами примерно к маю, после чего прирост площади дрейфующих льдов невелик. Максимального распространения дрейфующие льды достигают в сентябре, когда северная кромка расположена в районе 60° ю. ш., то есть акватория моря покрыта льдом. Весенние процессы таяния и разрушения дрейфующих льдов начинаются как в прикромочной зоне, где толщина льда не превышает 0,3 м, так и в зоне стационарных полыней.

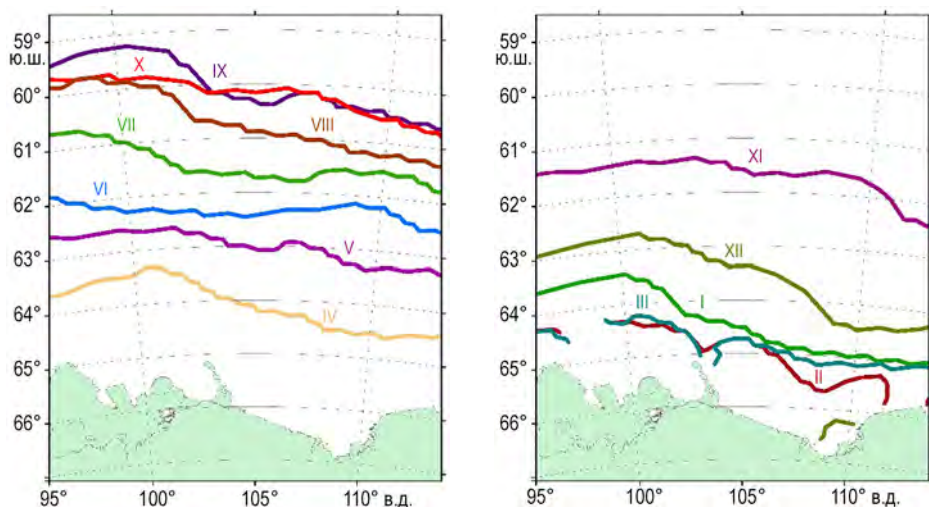


Рис. 6.1. Средняя многолетняя сезонная изменчивость положения кромки дрейфующего льда по данным спутниковых наблюдений. Период развития (слева) и деградации (справа)

К декабрю кромка дрейфующих льдов отступает до 63° ю. ш., а стационарные полыньи полностью очищаются ото льда. В летний период, несмотря на интенсивное таяние молодых льдов, количество дрейфующего льда сокращается медленно, пополняясь за счет обломков взломанного припая и притока льдов с востока. Минимальное количество дрейфующего льда наблюдается в феврале, когда стационарные полыньи соединяются с открытым морем, тонкие льды (возрастом до однолетнего толстого) полностью вытаивают, и сохраняются лишь небольшие массивы, расположенные в западных частях бухты Малыгинцев и бухты Винсенс. В наиболее теплые годы эти массивы практически полностью исчезают, а в годы повышенной ледовитости — способны сохраняться до нового ледообразования и блокировать подходы в западную часть моря Моусона.

Появление мощных ледовых массивов в море Моусона зависит от конфигурации шельфовых ледников и наличия в акватории гигантских айсбергов. В годы существования острова Победа бухта Малыгинцев почти полностью блокировалась сплоченными дрейфующими льдами, среди которых отмечалось большое количество старых льдов. Второй массив сплоченных дрейфующих льдов формируется в западной части бухты Винсенс, до разрушения ледника Конгера в 2022 году он состоял преимущественно из старых многолетних льдов. После разрушения ледника Конгера этот массив, как было указано выше, к концу летнего периода исчезает, однако зимой, по мере образования припайного полуострова вокруг айсберговых «городков», снова формируется.

Припай

Во второй половине XX века в заливах моря Моусона преобладал многолетний припай, местами переходивший в стадию молодого шельфового ледника (рис. 6.2). Ординарный однолетний припай полностью закрывал бухты Малыгинцев и Миловзорова, а также западную часть бухты Винсенс, прибрежную акваторию вдоль континента. Однако в XXI веке мы наблюдаем деградацию припая, выраженную в исчезновении многолетнего припая, уступившего место однолетнему. Припай формируется в основном в полузакрытых бухтах, защищенных от ветрового воздействия, а также вокруг многочисленных айсберговых «городков», приуроченных к мелководным участкам, в акваториях, окруженных шельфовым ледником. Полностью замерзает бухта Миловзорова, покрываются припаем западная часть бухты Винсенс и западная часть бухты Малыгинцев, при этом максимальная ширина припая достигает 120 км.

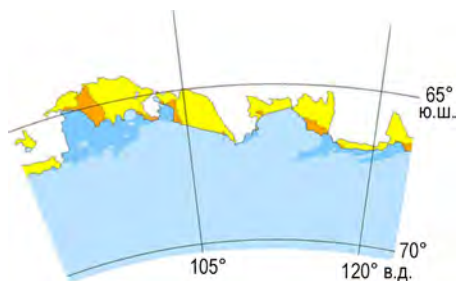


Рис. 6.2. Положение границы максимального и минимального распространения припая по данным спутниковых наблюдений за период 2009–2019 гг. (Fraser A. et al., 2020).

Желтым цветом показано максимальное распространение кромки припая, оранжевым — минимальное

Полыньи

В море Моусона существуют пять полыней (рис. 6.3). Только одна из них (в бухте Малыгинцев) появляется с вероятностью 60 %, остальные в навигационный период наблюдаются постоянно. Наибольшие размеры имеет полынья в бухте Винсенс. Ее формирование начинается в сентябре (среднемноголетнее значение для сентября 0,9 тыс. км²) у юго-восточного побережья, практически лишенного припая. С октября (2,5 тыс. км²) полынья распространяется на север вдоль крупного выступа припая, ежегодно образуемого между станцией Кейси и м. Пойнсетт. Дальнейшее развитие полыньи во многом определяется интенсивностью разрушения огромного участка припая, устанавливающегося от купола Боумен до ледника Андервуда на площади до 20 тыс. км². Так, существенное замедление разрастания полыньи в период с ноября по декабрь (около 8,0 тыс. км²) в точности совпадает с периодом стабилизации припая.

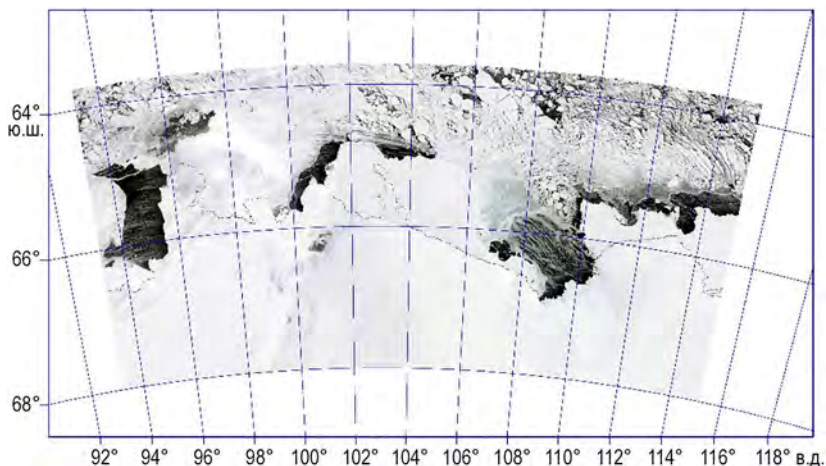


Рис. 6.3. Развитие заприпайных и прибарьерных полыней. Спутниковый снимок MODIS видимого диапазона на 18 октября 2024 г.

Наибольшее распространение до 15–20 тыс. км² полынья в бухте Винсенс получает в феврале в условиях начинающегося в конце месяца устойчивого ледообразования. При этом она зачастую получает сообщение с открытым морем, вплоть до полного исчезновения внешнего пояса дрейфующего льда. На западе с 2022 г. эта полынья сливается с полыньей в бухте Миловзорова. Осенью в большинстве случаев полынья резко сокращается в размерах, локализуясь собственно в пределах бухты Винсенс. В марте площадь ее распространения составляет 5,0 тыс. км², в апреле — 2,0 тыс. км². Ледовые условия плавания в районе станции Кейси в навигационный период считаются благоприятными, однако следует обратить внимание, что в течение всего навигационного периода подходы к станции Кейси обычно блокируются локальным скоплением дрейфующих льдов, которое расположено к западу от меридиана станции.

В методическом пособии (Ледовые условия, 2020) приводятся следующие характеристики полыней:

Полынья бухты Малыгинцев: тип Д (динамическая), средняя вероятность наличия в навигационный период — 58 %, период максимального развития: с ноября (площадь 2100 км², вероятность 66 %) по март (площадь 2300 км², вероятность 25 %).

Полынья бухты Миловзорова: тип ДТ5 (динамическая тепловая), средняя вероятность наличия в навигационный период – 100 %, период максимального развития: с ноября (площадь 3700 км², вероятность 100 %), с пиком в январе (площадь 4900 км², вероятность 100 %), по март (площадь 4500 км², вероятность 100 %).

Полынья купола Боумен: тип Дд (динамическая дрейфовая), средняя вероятность наличия в навигационный период — 95 %, период максимального развития: с ноября (площадь 2100 км², вероятность 100 %) по март (площадь 2600 км², вероятность 90 %).

Полынья бухты Винсенс: тип ТД5 (тепловая динамическая), средняя вероятность наличия в навигационный период — 95 %, период максимального развития: с ноября (площадь 7900 км², вероятность 100 %) по февраль (площадь 14 000 км², вероятность 100 %).

Полынья Берега Бадда: тип ТД5 (тепловая динамическая), средняя вероятность наличия в навигационный период — 82 %, период максимального развития: с ноября (площадь 3300 км², вероятность 87 %) по февраль (площадь 3800 км², вероятность 100 %).

Айсберги

Айсберги в море Моусона оказывают значительное влияние на ледовый режим. Характер шельфовой части моря обуславливает образование обширных и протяженных гряд (вытянутых в меридиональном направлении) из айсбергов, сидящих на мели, что способствует образованию обширного припая и локальных ледовых массивов. Основная масса айсбергов – небольшие айсберги, длиной не более 1 км, спродуцированные многочисленными выводными ледниками, со сроком жизни 5–7 лет. Преобладающий западно-направленный дрейф влечет их в направлении моря Дейвиса (рис. 6.4), однако особенности рельефа дна приводят их к попаданию в ловушку.

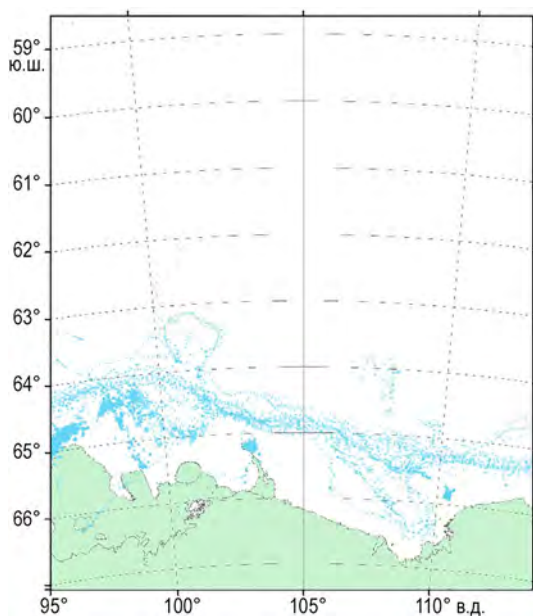


Рис. 6.4. Карта дрейфа айсбергов в море Моусона по спутниковым данным

В море Моусона, особенно к востоку от мыса Визе и на участке от купола Милл до меридиана 107° в. д., часто встречаются обширные скопления айсбергов, густотой 9 баллов. Гигантские айсберги в море Моусона встречаются редко, в основном это транзитные айсберги, дрейфующие из более восточных районов Южного океана.

Особенностью моря Моусона является остров Победа, который формируется в бухте Малыгинцев раз в 30–35 лет. Его основой становится обломившийся язык выводного ледника Денмена, который после откола образует гигантский айсберг размерами примерно 40 × 30 км. Увлекаемый подводным течением вдоль желоба Победа, этот айсберг неминуемо садится на мель недалеко от бровки шельфа, после чего остается неподвижным 7–10 лет. В годы существования острова в западной части моря складываются тяжелые ледовые условия. За всю историю наблюдений остров отмечался трижды. Первый остров был обнаружен при авиаразведке в 1957 году, тогда же было установлено его происхождение, позднее на айсберге работала группа исследователей, подтвердившая, что остров в основном находится на плаву и касается дна лишь в нескольких точках.

В середине 1960-х гг. остров Победа снялся с мели и был вынесен за пределы моря Моусона. В 1986 г. примерно на том же месте вновь был обнаружен гигантский айсберг, имевший схожую конфигурацию и получивший название острова Победа-2. Как и предыдущий, через несколько лет он разрушился и исчез. Третья итерация острова Победа (рис. 6.5) существовала в конце XX века, до 2003 г., после чего остров вновь исчез. В данный момент язык выводного ледника Денмена выдвинулся от линии контакта с коренными породами более чем на 50 км, что делает возможным появление острова Победа-4 в ближайшие годы. В случае если образовавшийся гигантский айсберг сядет на мель, можно будет ожидать резкого ухудшения ледовой обстановки в бухте Малыгинцев.

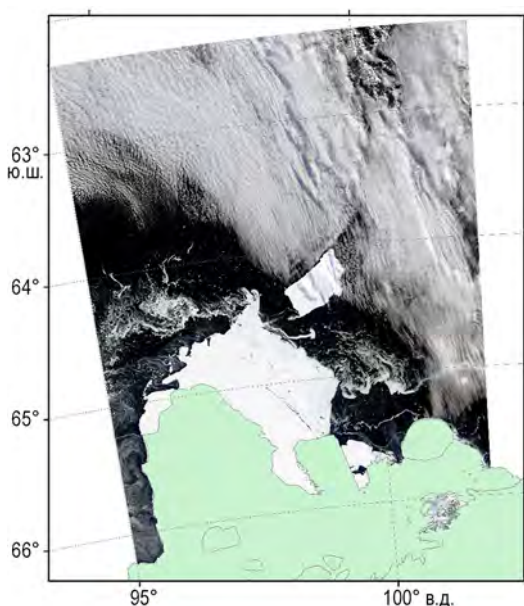


Рис. 6.5. Ледяной остров Победа-3, 2002 г.

Шельфовые ледники

Шельфовые ледники моря Моусона показаны на рис. 2.3. Шельфовый ледник Шеклтона не является одним сплошным и однородным объектом. Его западная часть представляет собой крупный ледниковый полуостров, имеющий типичные характеристики шельфового ледника — ровную поверхность, преимущественно снежное питание, под нижней кромкой ледника расположен либо относительно тонкий слой вод океана, либо грунт, в результате на дневной поверхности может образоваться небольшой пологий холм. Скорости движения ледника минимальны, а разгрузка осуществляется путем обкалывания кромки под воздействием динамических факторов. В центральной своей части ледник Шеклтона разорван двумя выводными ледниками — ледником Денмена и ледником Скотта, приуроченными к крупной тектонической впадине, пересекающей весь шельф и уходящей вглубь континента. По данным зарубежных исследователей (Brancato V. et al., 2020), коренные породы в этой впадине залегают на глубине более 2500 м ниже уровня моря. Выводные ледники Денмена и Скотта характеризуются высокими скоростями движения (до 1500 м в год), что приводит к образованию больших языков, выдвинутых на 30–50 км в море. С периодичностью раз в 25–30 лет происходит откалывание этих языков с образованием гигантских айсбергов, которые могут быть приняты за остров, однако со временем разрушаются и выносятся за пределы акватории.

Восточная часть шельфового ледника Шеклтона расположена между оазисом Бангера, куполами Милл и Боумен. Здесь ледник снова имеет вид классического шельфового ледника. Однако самая восточная его часть в последние десятилетия подвержена существенным изменениям. В конце 1950-х гг. картографы и ученые, обследовавшие район бухты Миловзорова, отмечали, что сама бухта слабо врезана в край ледника и представляет собой плавную дугу, соединяющую купол Милл и купол Боумен. Край ледника, выходивший в бухту Винсенса, был классифицирован как «формирующийся шельфовый ледник», то есть, по сути, это был обширный участок многолетнего припая, достигшего толщины 10–15 м. В последующие годы восточная часть ледника Шеклтона стала подвергаться постепенному разрушению, и к 2000 г. береговая линия в бухте Миловзорова отступила на юг на 15–20 км, а молодой шельфовый ледник в бухте Винсенса полностью разрушился, после чего на его месте сформировался заурядный многолетний припай толщиной до 3 м, подвергавшийся взлому и выносу раз в несколько лет. Этот участок ледника Шеклтона между материковым ледниковым куполом и куполом Боумен, практически отделившийся от основного шельфового ледника, был известен как ледник Конгера (Conger Ice Shelf). К 2022 г. ледники в бухте Миловзорова практически полностью деградировали: участок ледника Шеклтона в бухте полностью разрушился, в результате береговая линия стала проходить по краю материкового ледникового купола, а ледник Конгера превратился в узкий перешеек, соединяющий купол Боумен с материком.

После 2020 г. отмечается аномальная сниженная ледовитость моря Моусона (рис. 6.6), что в 2022 г. привело к усилению влияния динамических факторов (зыбь, длиннопериодные барические волны) на припай и шельфовые ледники. В марте 2022 г. произошло полное разрушение ледника Конгера (рис. 6.7), купол Боумен стал фактически островом, а акватории бухты Миловзорова и бухты Винсенса соединились.

Изменилась схема движения дрейфующих льдов: теперь течениями их выносит из бухты Винсенса в бухту Миловзорова, а существовавший ранее в западной части бухты Винсенса небольшой ледовый массив исчез. По данным спутниковых наблюдений,

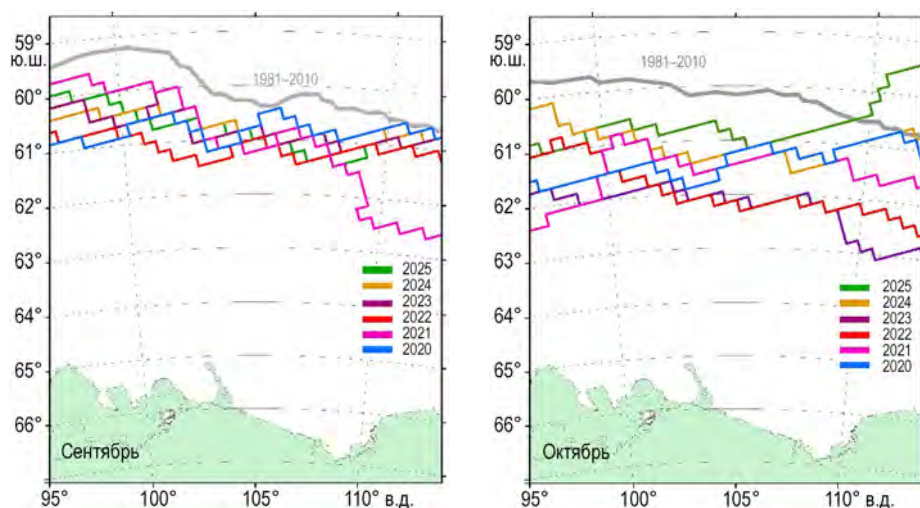


Рис. 6.6. Положения кромки дрейфующего льда по данным спутниковых наблюдений в сентябре и октябре для 2020–2025 гг.

Серым цветом отмечена средняя многолетняя кромка дрейфующего льда за 30 лет (1981–2010 гг.)

в на стоящее время в зимний период на месте ледника Конгера формируется устойчивая полоса припайных льдов, опирающихся на скопления айсбергов, застрявших на мелководных участках. В летний период этот припай полностью разрушается (рис. 6.7).

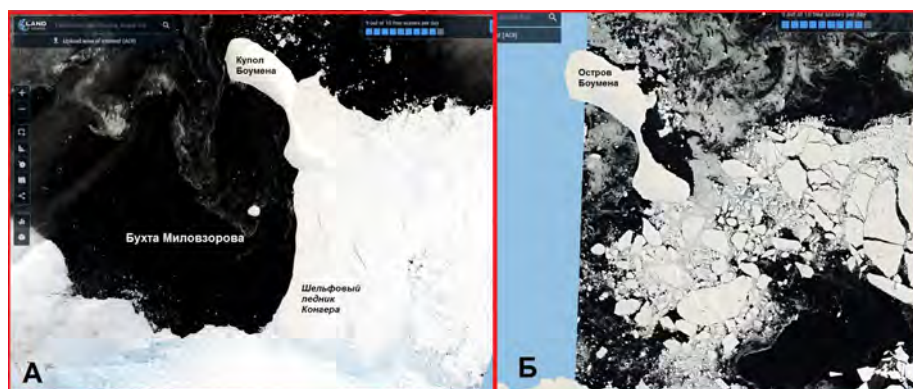


Рис. 6.7. Шельфовый ледник Конгера в феврале 2022 г. (А) и его разрушение в марте (Б)

Навигация в море Моусона и снабжение полевой базы Оазис

Организация и обеспечение работ в оазисе Бангера осуществлялись с помощью авиации: из Мирного (станция Оазис в 1956–1958 гг.) либо с судна из юго-восточного угла залива Трешникова на расстоянии до 300 км. Это связано с наличием в море Моусона напротив ледника Шеклтона локального массива, особенно труднопроходимого при нахождении на бровке шельфа, перекрывающего стержень Прибрежного антарктического течения, ледяного острова Победа — айсберга, который представляет собой периодически откалывающийся язык выводного ледника Денмена в бухте Малыгинцев.

В отсутствие этого айсберга в начале января 1948 г. к куполу Милл подходил американский ледокол «Эдисто», который во время операции «Уиндмилл» около недели находился здесь у кромки многолетнего припая со стороны бухты Миловзорова с целью рекогносцировки оазиса, обнаруженного летчиком Бангером во время операции «Хайджамп» летом 1947 г. (Трёшников, 1963). Второй, восточный промерный галс, ведущий к куполу Боумен на навигационной карте № 41150, очевидно, в январе 1958 г. сделал л/к «Бертон Айленд», посещавший станцию Уилкс в бухте Винсенс. Только спустя почти 30 лет, в начале января 1986 г., а также в отсутствие исчезнувшего к тому времени ледяного острова Победа в вершину бухты Малыгинцев практически беспрепятственно прошло австралийское экспедиционное судно «Нелла-Дан».

В тот год сложилась редко наблюдаемая очень легкая ледовая обстановка, когда в бухтах Малыгинцев и Миловзорова по обе стороны от купола Милл развиваются стационарные полыньи, настолько обширные, что они разрывают изнутри внешний пояс дрейфующих льдов и свободно сообщаются с открытым океаном. Однако уже осенью 1986 г. начальник научно-технической службы НЭС «Михаил Сомов» Ю.Н. Хромов обнаружил, что на смену острову Победа пришел остров Победа-2, отколовшийся в 1984 г. И летом 1987 г. здесь сложился тяжелый тип ледовых условий, когда полыньи отсутствуют, бухты Малыгинцев и Миловзорова полностью скованы припаем, пояс дрейфующих льдов сплочен и поджат на западе к припайному выступу, который венчает остров Победа-2. В результате пятилетний цикл комплексных географических исследований в сезоны 32–36-й САЭ начался с вызволения НЭС «Михаил Сомов» из ледового плена судна «Нелла-Дан», собиравшегося повторить свой прошлогодний успех и застрявшего сразу по входе в дрейфующий лед вблизи кромки.

В последующие 30 лет преобладал средний тип ледовых условий, при котором стационарная полынья развивается летом в одной из бухт, тогда как другая продолжает оставаться скованной припаем. Стационарная полынья бухты Малыгинцев — оптимальное место базирования для развертывания и обеспечения сезонных работ в оазисе с минимально возможным вертолетным плечом около 80 км. Наилучшим вариантом следования в полынью является маршрут, использованный НЭС «Академик Федоров» в 1988 году. Капитан НЭС «Академик Федоров» (М.Е. Михайлов) фактически повторил маршрут ледокола «Эдисто» по разрежениям и разводьям в динамической «тени» стационарной гряды айсбергов, застрявших на подводном продолжении купола Милл в северо-восточном направлении. На гряде опирается западная кромка припая бухты Миловзорова. Летом 2018 г. этим маршрутом успешно воспользовался капитан НЭС «Академик Федоров» О.Г. Калмыков. В 2019 г. НЭС «Академик Федоров» проникло в бухту Малыгинцев, используя разрежение льдов на меридиане 99° в. д., впервые выполнив промер по оси подводной долины Победа. С большими сложностями был связан подход НЭС «Академик Трёшников» в декабре 2019 г., когда НЭС попало в зону «ледовой реки» и потратило несколько суток на преодоление пояса сплоченных дрейфующих льдов, дважды попав в сжатие вплоть до полной невозможности самостоятельно двигаться и перехода в вынужденный дрейф вместе с ледовым массивом.

По опыту навигаций 2022 и 2024 гг. подтверждено, что оптимальным маршрутом обычно является подход к куполу Милл с севера, с использованием зоны разводий за грядой айсбергов на меридиане 103° в. д., после чего судно проходит в прибрежное разводье и в полынью бухты Малыгинцев. Следует иметь в виду,

что дрейфующие льды очень быстро реагируют на смену направления ветра, и при неудачном стечении обстоятельств судно рискует попасть в ледовый плен. При использовании для прохода в бухты Малыгинцев и Миловзорова зоны разводий всегда стоит учитывать прогноз погоды на ближайшие трое суток.

ИСТОЧНИКИ

Brancato V. et al. (2020). Grounding line retreat of Denman Glacier, East Antarctica, measured with COSMO-SkyMed radar interferometry data. *Geophysical Research Letters*, 47. DOI:10.1029/2019GL086291.

Fraser A. et al. (2020) High-resolution mapping of circum-Antarctic landfast sea ice distribution, 2000-2018. *Earth System Science Data*, 12, 2987–2999. DOI:10.5194/essd-12-2987-2020.

Ледовые условия плавания и проведения грузовых операций у побережья Антарктиды : методическое пособие / Под ред. А.И. Короткова, В.Е. Федякова. СПб. : ААНИИ, 2020. 124 с.

Трёшников А.Ф. История открытия и исследования Антарктиды. М. : Географгиз, 1963. 432 с.

Приложение
ТАБЛИЦЫ И КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

СОДЕРЖАНИЕ

Минимальная ледовитость (тыс. км ²) для сектора 85° в. д. – 150° з. д.....	94
Средняя ледовитость (тыс. км ²) для сектора 85° в. д. – 150° з. д.	95
Максимальная ледовитость (тыс. км ²) для сектора 85° в. д. – 150° з. д.	96
Средняя многолетняя площадь (км ²) прибрежных полыней (SIC < 15 %) по секторам за период 2013–2025 гг.....	97
Средняя многолетняя сезонная повторяемость существования открытой водной поверхности (SIC < 15 %) и полыней моря Моусона.....	98

ЛЕДОВЫЙ РЕЖИМ МОРЯ МОУСОНА

Минимальная ледовитость (тыс. км²) для сектора 85° в. д. – 150° з. д.

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1979	415	343	409	516	819	1117	1275	1379	1772	1474	1006	487
1980	244	91	95	163	555	886	1117	1197	1408	1661	755	539
1981	373	298	227	430	719	1005	1308	1416	1617	1657	1259	639
1982	257	149	156	613	1000	1325	1499	1807	2275	1798	1258	480
1983	270	164	168	392	840	1077	1335	1829	2033	1958	1093	506
1984	226	97	122	273	716	1023	1404	1607	1644	1557	1106	542
1985	391	249	243	352	684	1092	1343	1685	1745	1642	1025	565
1986	248	110	65	257	584	974	1420	1439	1537	1341	819	548
1987	368	248	235	394	675	1032	1094	1549	1693	1421	813	511
1988	275	191	212	484	675	982	1251	1436	1432	1390	890	465
1989	281	194	242	577	833	1070	1387	1366	1112	1057	834	470
1990	257	137	174	513	750	1014	1400	1598	1747	1705	885	487
1991	283	184	181	389	613	935	1061	1302	1577	1454	713	538
1992	375	224	236	436	762	1155	1182	1565	1563	1516	920	502
1993	249	152	153	369	775	1211	1446	1661	1944	1887	1060	603
1994	336	227	266	524	927	1189	1247	1371	1591	1355	1002	598
1995	419	301	365	546	920	1146	1126	1221	1508	1465	854	690
1996	365	237	302	497	797	1296	1332	1477	1587	1811	966	577
1997	432	329	315	556	940	1148	1270	1416	1711	1539	877	548
1998	311	217	231	590	925	1113	1413	1712	1753	1824	848	485
1999	385	301	348	569	962	1322	1585	1732	1758	1595	1125	475
2000	187	118	152	466	974	1365	1453	1350	1292	1432	792	554
2001	434	349	367	437	727	1042	1232	1431	1617	1460	918	430
2002	221	127	124	234	770	923	1050	1236	1525	1527	914	580
2003	292	175	198	383	785	1169	1516	1725	1836	1519	1010	454
2004	335	201	219	478	748	1028	1259	1398	1525	1403	826	464
2005	324	192	188	511	829	1189	1359	1697	1786	1524	849	550
2006	396	277	284	446	640	1059	1385	1460	1703	1771	1049	388
2007	225	128	180	287	563	977	1152	1246	1511	1565	881	551
2008	406	320	351	618	858	1101	1333	1451	1652	1694	1074	555
2009	333	135	157	488	761	931	1168	1436	1605	1408	1027	661
2010	420	318	349	514	902	1021	1249	1410	1441	1512	993	394
2011	201	96	106	374	763	1346	1518	1554	1774	1733	1158	547
2012	250	204	202	519	781	1245	1418	1788	1953	1740	919	719
2013	560	503	509	778	1070	1260	1467	1788	1645	1725	1329	735
2014	421	309	305	711	972	1354	1611	1726	1849	1569	926	604
2015	440	361	380	610	970	1190	1329	1533	1438	1744	1143	520
2016	302	189	208	634	979	1075	1500	1610	1666	1556	804	617
2017	488	385	386	557	751	1022	1441	1695	1662	1864	1069	517
2018	327	218	247	589	774	1013	1156	1284	1549	1252	897	486
2019	343	226	238	511	759	1107	1304	1549	1845	1496	807	609
2020	380	230	222	594	749	1147	1291	1491	1689	1598	865	565
2021	251	135	167	541	958	1203	1430	1644	1485	1204	993	538
2022	263	162	162	525	880	1103	1214	1298	1529	1023	776	348
2023	142	107	104	348	663	940	1239	1511	1387	1193	887	475
2024	188	140	162	517	975	1092	1263	1346	1616	1490	859	446
2025	239	164	147	404	792	1156	1364	1302	1634	1575	925	468

Средняя ледовитость (тыс. км²) для сектора 85° в. д. – 150° з. д.

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1979	499	384	486	681	923	1231	1371	1561	1833	1618	1415	710
1980	365	161	140	337	731	1076	1192	1514	1585	1759	1227	665
1981	456	334	325	587	895	1124	1467	1517	1796	1844	1488	939
1982	406	207	325	848	1150	1432	1621	2127	2360	2126	1653	735
1983	359	225	271	614	955	1195	1595	1971	2113	2080	1633	742
1984	360	158	167	520	884	1272	1570	1736	1820	1682	1440	722
1985	448	311	274	539	938	1256	1530	1778	1939	1890	1286	777
1986	379	178	122	380	759	1280	1567	1592	1620	1566	1162	660
1987	470	325	328	550	874	1211	1266	1738	1762	1612	1149	633
1988	391	231	367	620	840	1099	1369	1647	1654	1531	1138	621
1989	375	238	424	706	1012	1222	1472	1489	1222	1119	1162	608
1990	340	178	304	645	862	1222	1527	1717	1838	1875	1339	699
1991	417	228	306	499	834	1033	1245	1491	1712	1515	1110	599
1992	459	290	334	641	973	1261	1423	1639	1732	1627	1300	710
1993	362	199	262	549	993	1470	1608	1907	2011	2144	1545	818
1994	416	280	384	743	1145	1249	1426	1661	1759	1426	1278	745
1995	484	349	454	703	1088	1211	1269	1436	1619	1668	1320	763
1996	503	283	386	643	1035	1434	1477	1625	1765	1879	1355	703
1997	505	374	443	744	1130	1216	1451	1742	1796	1699	1261	661
1998	442	278	394	753	1024	1241	1713	1805	1990	2047	1299	646
1999	436	352	453	774	1204	1422	1691	1845	1897	1824	1415	785
2000	305	159	294	704	1206	1537	1606	1663	1414	1579	1176	624
2001	506	382	428	606	865	1204	1349	1578	1727	1687	1161	652
2002	311	176	178	504	922	1010	1140	1355	1607	1666	1142	763
2003	372	238	298	572	981	1354	1595	1832	1966	1880	1237	639
2004	431	244	337	605	852	1117	1376	1522	1673	1566	1149	613
2005	400	254	350	651	1053	1276	1576	1870	1976	1709	1204	644
2006	494	322	378	547	901	1188	1502	1589	1858	1902	1444	590
2007	301	187	230	505	815	1215	1280	1434	1570	1634	1148	713
2008	491	361	458	728	969	1210	1433	1546	1751	1833	1355	833
2009	429	221	260	660	862	1067	1282	1636	1672	1516	1294	760
2010	511	371	400	707	997	1124	1348	1521	1532	1560	1264	649
2011	271	128	238	616	998	1442	1665	1740	1851	1829	1531	819
2012	364	222	332	646	952	1346	1642	1879	2105	1989	1300	832
2013	644	535	624	950	1137	1365	1617	1948	1847	1885	1580	998
2014	520	358	450	843	1118	1550	1687	1873	1908	1754	1223	738
2015	548	385	468	795	1184	1321	1452	1681	1614	1838	1411	781
2016	404	221	394	823	1049	1320	1698	1730	1765	1656	1113	693
2017	538	462	455	662	908	1232	1593	1840	1800	1942	1448	762
2018	424	245	454	681	926	1148	1306	1489	1632	1555	1101	669
2019	399	295	345	642	936	1262	1495	1651	1945	1777	1097	696
2020	485	285	445	695	968	1302	1437	1602	1807	1708	1230	756
2021	380	174	323	805	1142	1309	1591	1728	1696	1370	1222	684
2022	379	210	295	690	968	1181	1366	1573	1662	1309	937	568
2023	248	132	187	466	885	1066	1367	1629	1607	1453	1155	627
2024	329	156	270	796	1044	1181	1359	1472	1724	1738	1260	615
2025	322	206	243	605	1016	1234	1432	1476	1734	1803	1191	659

Максимальная ледовитость (тыс. км²) для сектора 85° в. д. – 150° з. д.

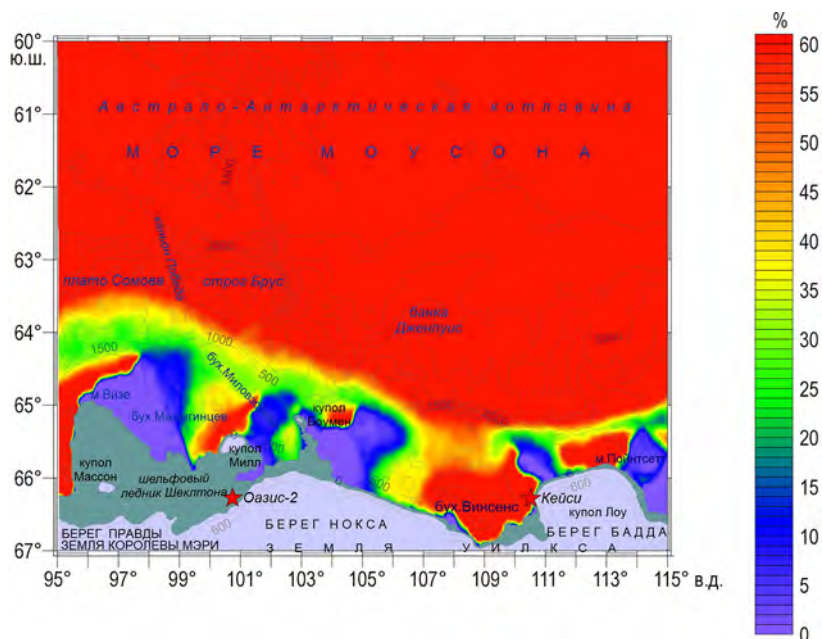
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1979	568	490	548	818	1107	1331	1480	1760	1920	1823	1625	1011
1980	512	276	179	528	932	1279	1250	1654	1749	1829	1733	793
1981	545	376	438	728	1039	1257	1569	1605	1922	2031	1687	1281
1982	633	286	601	1061	1410	1595	1783	2358	2435	2420	1880	1180
1983	492	286	426	820	1081	1305	1809	2103	2209	2261	2028	1068
1984	490	264	263	712	1043	1524	1753	1831	2004	1772	1653	1084
1985	529	399	351	655	1125	1409	1707	1904	2115	2155	1618	1008
1986	547	263	248	554	884	1504	1781	1811	1712	1766	1423	772
1987	580	393	397	663	1182	1300	1569	1845	1827	1833	1472	754
1988	503	278	544	705	988	1275	1590	1762	1780	1771	1391	870
1989	504	300	615	859	1153	1417	1566	1628	1331	1200	1305	844
1990	463	243	481	765	1049	1450	1722	1800	1968	2060	1647	886
1991	509	293	412	636	998	1128	1430	1631	1879	1614	1488	744
1992	542	390	417	750	1223	1363	1700	1723	1908	1733	1587	924
1993	492	272	430	733	1179	1686	1740	2123	2096	2301	1891	1032
1994	610	351	524	928	1391	1371	1512	1903	1855	1541	1504	987
1995	619	404	545	942	1188	1276	1413	1681	1736	1822	1703	858
1996	668	354	551	784	1299	1543	1562	1800	1898	1980	1831	951
1997	594	453	562	925	1249	1281	1638	1974	1904	1842	1537	862
1998	552	356	574	914	1168	1353	2000	1952	2116	2162	1812	842
1999	492	405	576	960	1385	1618	1784	1945	1990	2033	1616	1071
2000	477	227	429	959	1469	1671	1708	1962	1521	1715	1578	771
2001	590	415	489	726	1024	1381	1547	1716	1880	1880	1441	937
2002	413	218	322	738	1003	1162	1268	1496	1704	1798	1496	911
2003	490	296	408	776	1171	1572	1734	1942	2091	2081	1476	1015
2004	484	299	455	780	995	1315	1570	1669	1808	1827	1400	804
2005	491	329	510	805	1211	1331	1816	2090	2126	1890	1595	810
2006	587	386	468	647	1165	1339	1599	1801	1943	2032	1821	1063
2007	401	236	335	624	956	1409	1429	1564	1647	1690	1552	858
2008	576	412	622	903	1091	1373	1622	1636	1895	1946	1731	1069
2009	571	307	474	781	970	1250	1443	1826	1834	1701	1548	968
2010	665	436	507	902	1063	1247	1433	1612	1665	1624	1532	994
2011	383	196	364	756	1359	1542	1872	1909	1951	1936	1940	1158
2012	516	247	499	804	1283	1471	1796	2031	2234	2243	1835	958
2013	760	564	749	1085	1279	1436	1775	2061	2046	2009	1843	1292
2014	725	407	698	975	1325	1704	1743	2011	1990	1897	1521	920
2015	652	448	601	1001	1355	1501	1687	1740	1760	1947	1746	1108
2016	520	283	680	969	1133	1518	1868	1936	1875	1746	1579	807
2017	615	507	577	779	1020	1463	1847	1950	2018	2065	1875	1052
2018	504	303	614	750	1047	1293	1400	1606	1777	1832	1245	896
2019	485	350	482	802	1093	1424	1651	1929	2019	1950	1468	807
2020	618	349	611	792	1136	1451	1604	1844	1894	1851	1576	885
2021	539	247	511	989	1278	1429	1774	1806	1849	1749	1313	953
2022	524	288	488	853	1103	1387	1485	1746	1778	1597	1036	774
2023	347	166	336	640	1073	1254	1583	1774	1812	1540	1379	889
2024	492	173	482	1002	1145	1255	1456	1682	1865	1912	1515	894
2025	444	255	387	789	1217	1327	1521	1622	1878	1907	1532	902

Средняя многолетняя площадь (км²) прибрежных полынй (SIC < 15 %) по секторам за период 2013–2025 гг.

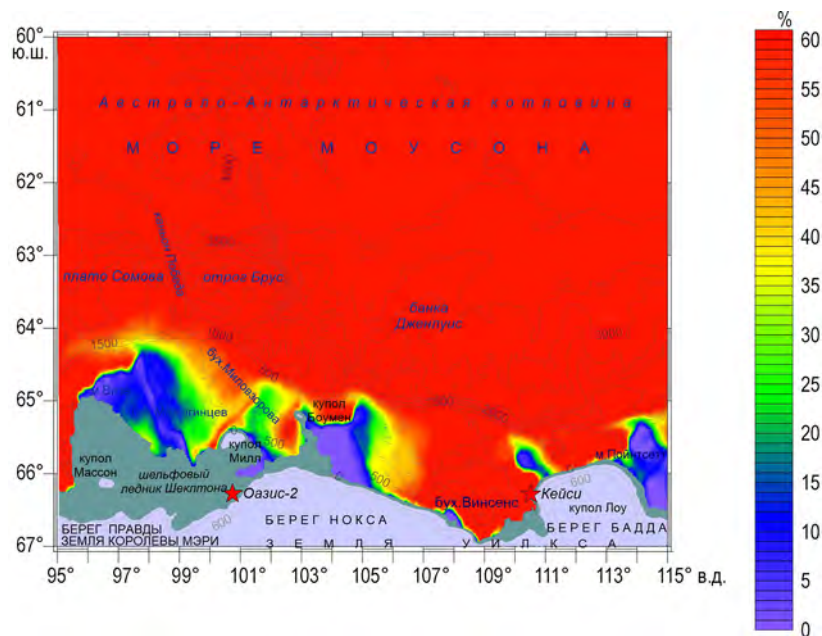
Сектор	Месяц								
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
98°–102° в. д.	12987	2077	858	630	469	339	289	572	1881
102°–105° в. д.	7152	1392	541	301	252	172	165	405	1798
105°–111° в. д.	17612	2084	970	730	783	675	778	2088	8941
111°–114° в. д.	4827	1197	487	320	380	326	493	1055	3192

**Средняя многолетняя сезонная повторяемость существования
открытой водной поверхности (SIC < 15 %) и полыней моря Моусона**

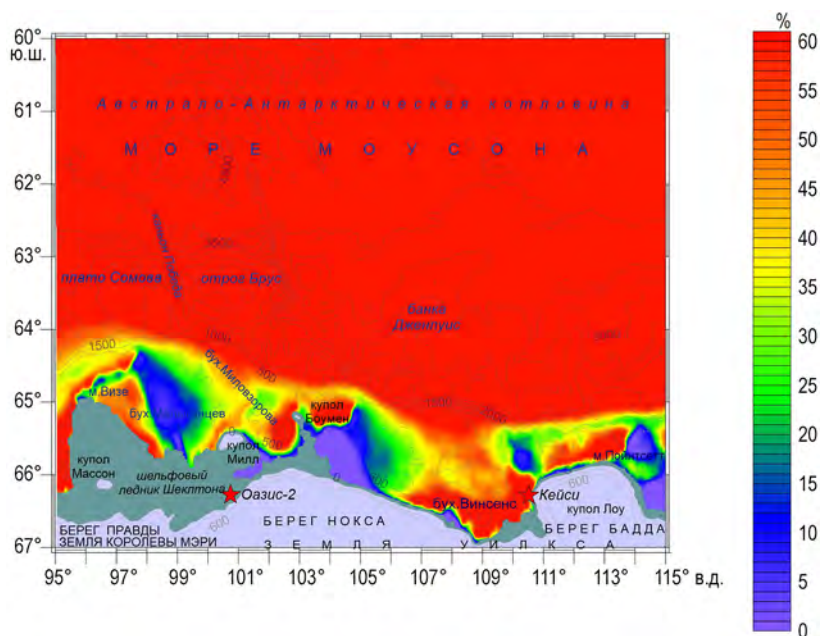
Январь



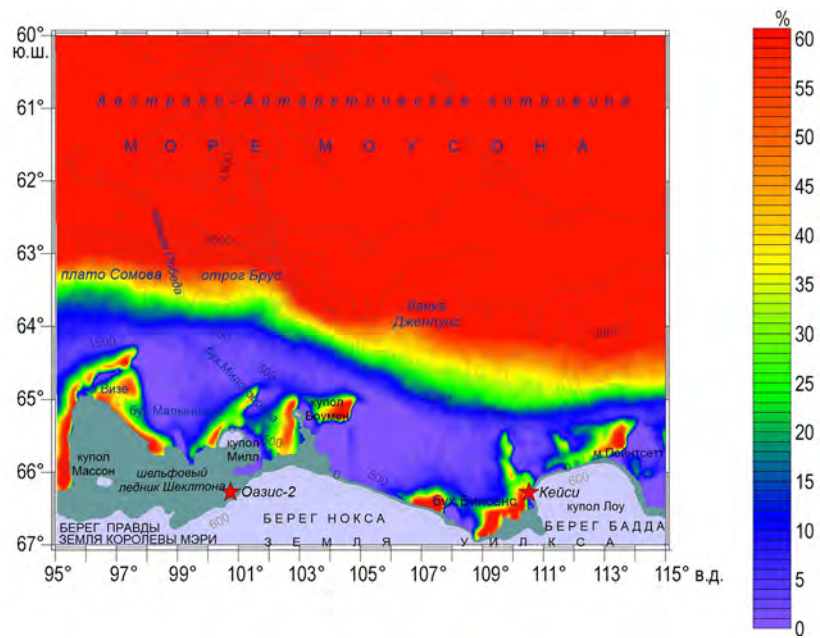
Февраль



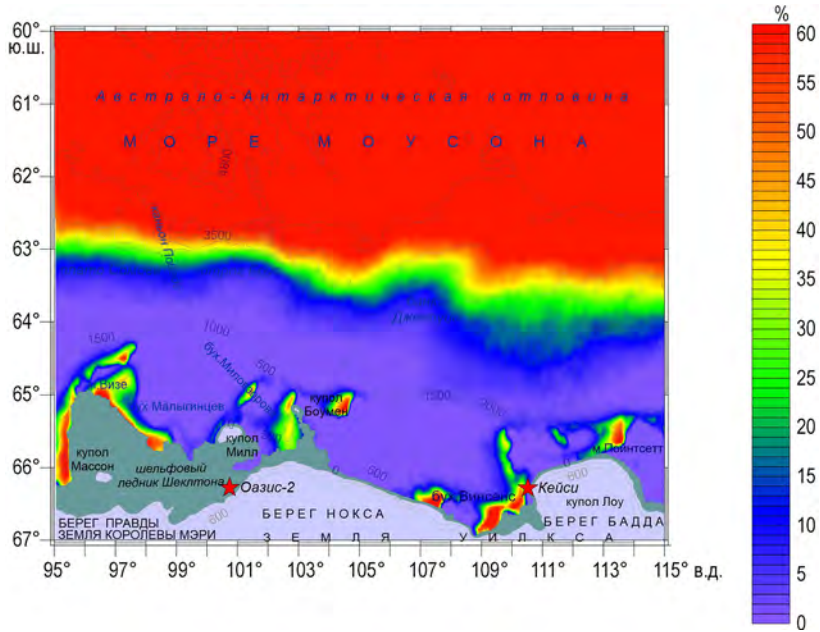
Mapm



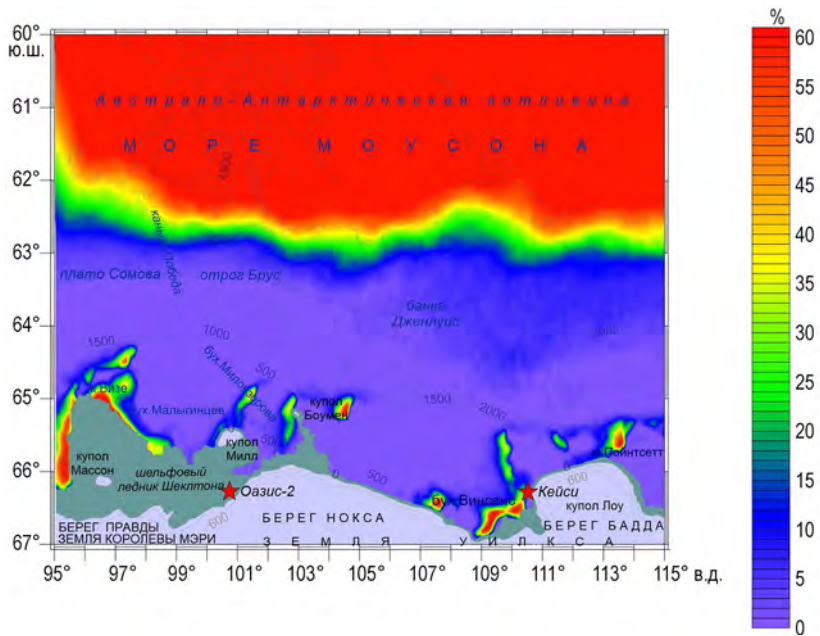
Апрель



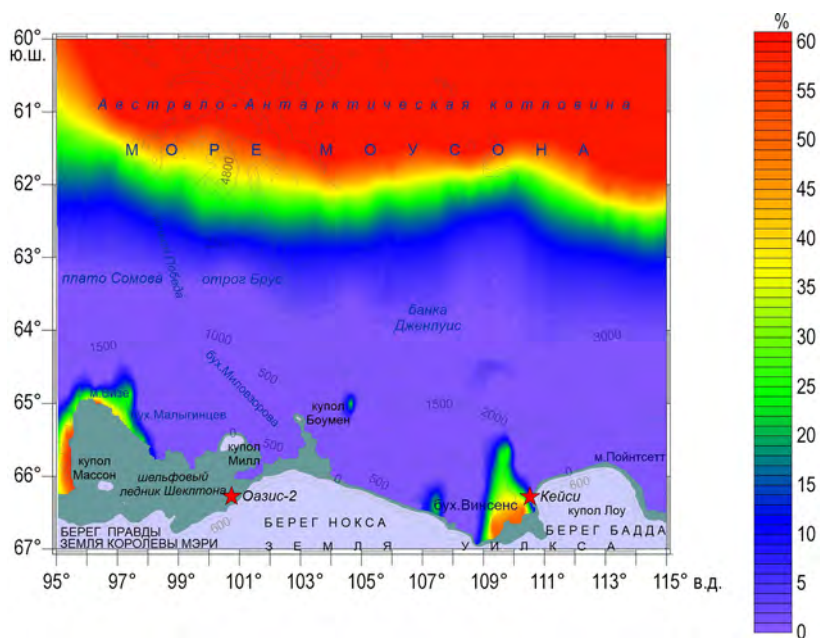
Май



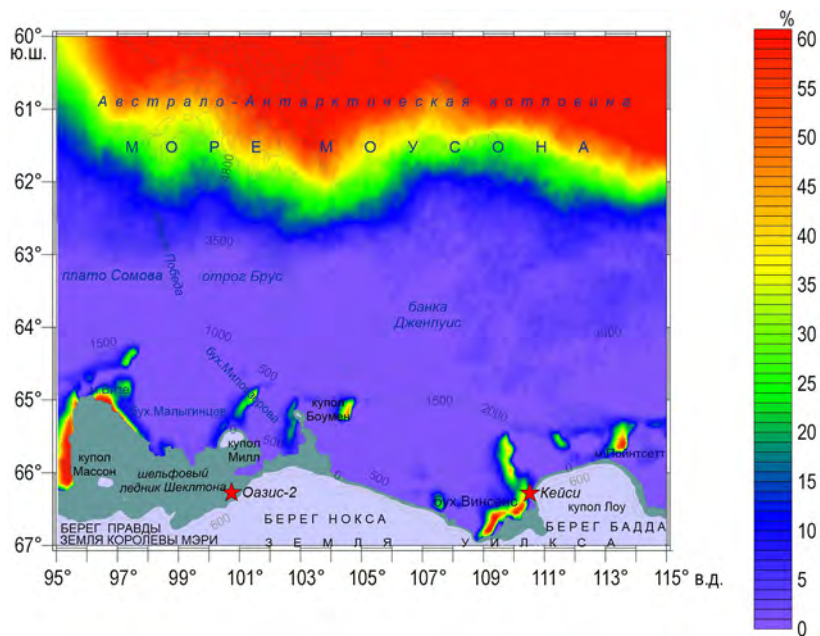
Июнь



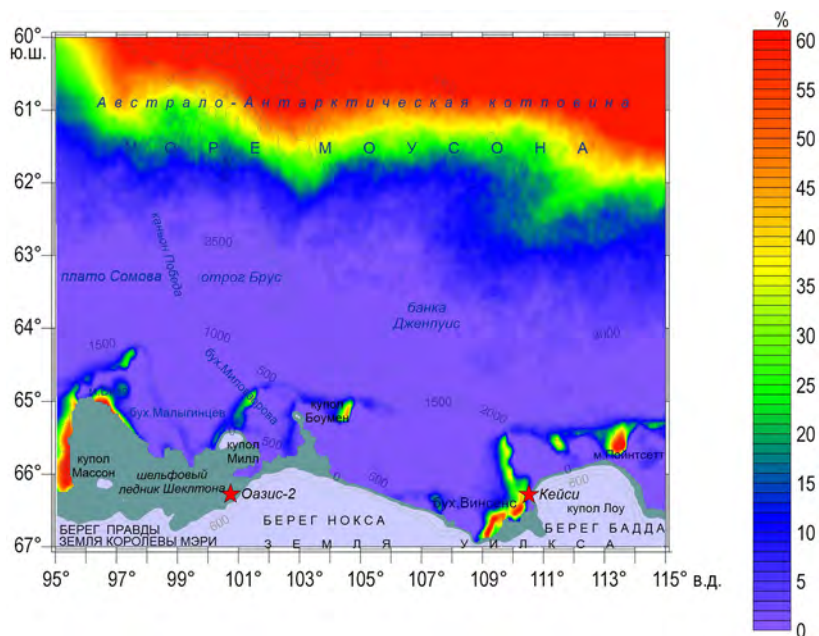
Июль



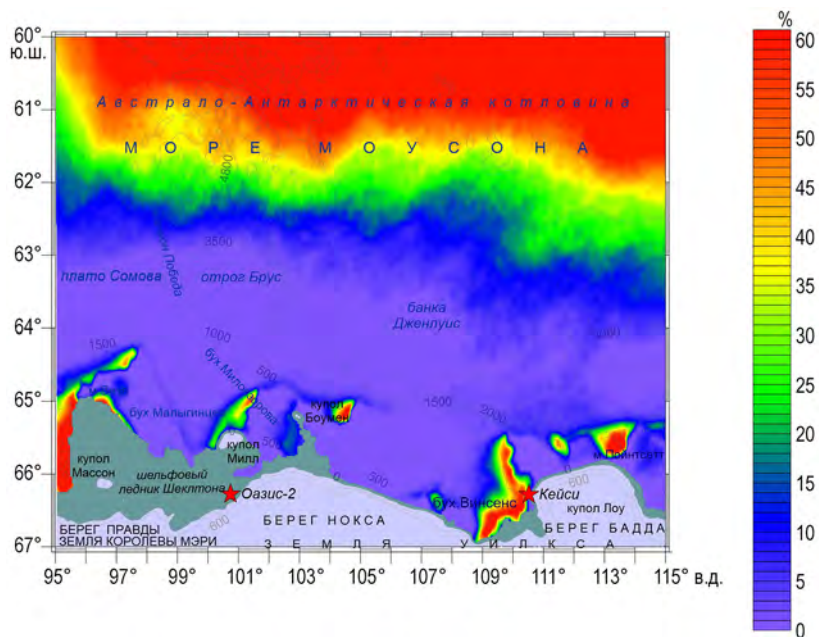
Август



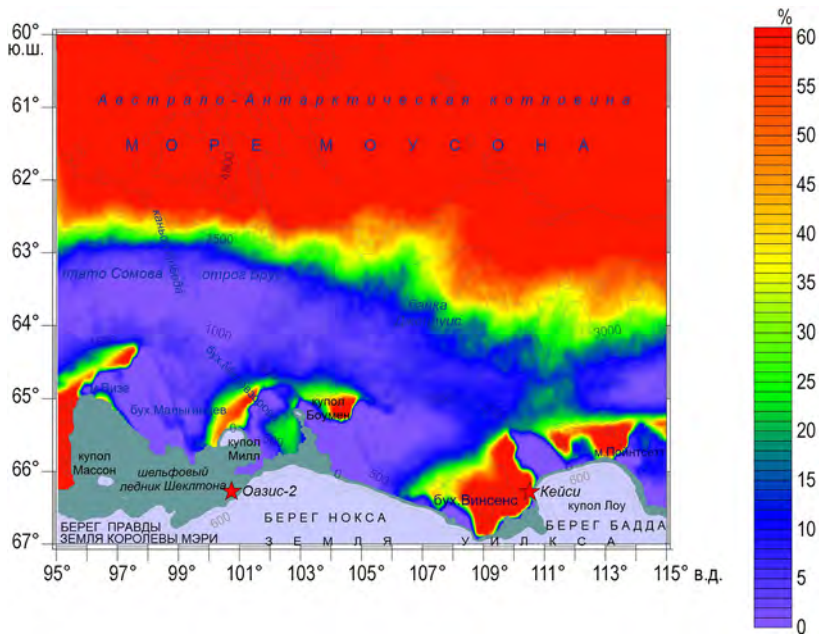
Сентябрь



Октябрь



Ноябрь



Декабрь

