

Среда обитания
водных биологических ресурсов

Особенности океанологических условий 2014–2015 гг.
в основных промысловых районах работы российского флота

УДК 639.2.053.1(268.4/261.2)

**Океанографические условия в морях Северо-Европейского
бассейна и Северной Атлантики в 2014–2015 гг. и их влияние
на распределение промысловых рыб**

*А.Л. Карсаков, В.А. Боровков, Е.В. Сентябов,
В.А. Ившин, Г.Г. Балякин, Э.В. Аболмасова*

Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ФГБНУ «ПИНРО»), г. Мурманск

E-mail: karsakov@pinro.ru

В работе представлены обобщенные результаты комплексных морских экспедиций Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО) в Баренцево, Норвежское моря и в район к западу от Британских островов, а также доступная оперативная информация о гидрометеорологических условиях и отечественном рыболовстве на акватории Северного рыбохозяйственного бассейна в 2014–2015 гг. На основе полученных данных проведен анализ пространственно-временных изменений метеорологических и океанографических условий, произошедших в Баренцевом, Норвежском морях, промысловых районах Северной Атлантики под влиянием разномасштабных процессов в атмосфере и океане. Представлены результаты анализа влияния особенностей океанографических условий на распределение и миграции промысловых видов рыб в Баренцевом и Норвежском морях, а также в районе к западу от Британских островов. Выполненные в 2014–2015 г. исследования показали сохранение на уровне теплых и аномально теплых лет теплосодержания вод в Северо-Европейском бассейне, отсутствие существенных изменений в метеорологических, океанографических и ледовых условиях на большей части акватории Северо-Западной Атлантики и соответствие этих показателей категории нормальных лет, сохранение процессов похолодания в районах моря Ирмингера и к западу от Британских островов, при которых теплозапас вод в этих районах стал соответствовать уровню умеренно холодных и холодных лет.

Ключевые слова: океанографические условия, климатические изменения, температура, распределение, промысел.

ВВЕДЕНИЕ

В 2014–2015 гг. Полярным институтом был продолжен рыбохозяйственный мониторинг в Северном бассейне, одной из задач которого является изучение воздействия условий среды на формирование кормовой базы, распределение, биологическое состояние и запасы промысловых рыб Баренцева и Норвежского

морей, районов Северо-Восточной и Северо-Западной Атлантики.

В 2014–2015 гг. по программе исследований ПИНРО были проведены традиционные экосистемные и донные съемки запасов промысловых рыб Баренцева моря, съемки запасов путассу в районе к западу от Британских островов и пелагических рыб в Северных морях

(включающих Баренцево и Норвежское моря), являющиеся составной частью международных экосистемных исследований северных морей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для анализа океанографических условий в 2014–2015 гг. использовались материалы глубоководных наблюдений на стандартных разрезах и притраловых станциях, которые выполнялись в рейсах научно-исследовательских судов (НИС) по программе ПИНРО, данные зарубежных научных организаций, полученные в ходе международного обмена, а также доступная оперативная информация о гидрометеорологических условиях в рыбопромысловых районах Северного бассейна. Акватория исследований ПИНРО и положение океанографических станций в 2014 и 2015 гг. представлены на рис. 1.

На основе гидрометеорологической информации, материалов экспедиционных океанографических исследований представлены характеристика пространственно-временной изменчивости показателей состояния атмосферы и водных масс в промысловых районах Северного бассейна в 2014–2015 гг. и показана оценка влияния абиотических факторов на распределение промысловых видов рыб.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Климатические изменения в Северной Атлантике и Арктике. Климатические условия в Северном рыбопромысловом бассейне определяются крупномасштабными процессами, охватывающими акватории Северной Атлантики и Северного Ледовитого океана. Для характеристики изменений климата в этом регионе были использованы показатели, среди которых наиболее известными являются индекс Северо-Атлантического колебания (САК), ледовитости Арктики и Атлантического мультидекадного колебания (АМК).

Индекс АМК представляет собой временную серию долгопериодных изменений теплового состояния поверхностного слоя воды Северной Атлантики и определяется путем весового осреднения аномалий среднемесячных значений температуры воды в 5-градусных трапециях, относящихся к акватории океана между экватором и параллелью 70° с.ш. [Kerr, 2000]. На

рис. 2 изображена временная серия месячных значений индекса АМК с исключенным положительным линейным трендом, который обычно ассоциируется с эффектом глобального потепления.

Динамика индекса наглядно демонстрирует наличие циклов продолжительностью 60–80 лет с амплитудой около 0,6 °С, которым соответствуют три «теплых» фазы или периода преобладания положительных значений индекса (во второй половине XIX в., с 1930-х по начало 1960-х гг. и со второй половины 1990-х гг. по настоящее время) и две фазы похолоданий (преобладания отрицательных значений индекса) — в периоды 1900–1920-х гг. и с середины 1960-х по середину 1990-х гг. В новейшей фазе доминирования положительных значений индекса он достигал величины 0,54 (август 2010 г.), которая является вторым по рангу максимумом за период с начала XX в. Очевидно, после этого началось уменьшение индекса АМК и соответствующее замедление роста его кумулятивной кривой, которое может охватывать ближайшие 15–20 лет.

На рис. 3 представлены изменения аномальной площади ледяного покрова Арктики, полученные с использованием среднемесячных данных Национального центра данных о снеге и льдах (NSIDC, USA) [Sea Ice Index..., 2016] и среднемноголетнего сезонного хода ледовитости, рассчитанного по этим данным за период 1981–2010 гг. В 2014–2015 гг. сохранялись отрицательные аномалии ледовитости, что свидетельствует о продолжающемся сокращении ледяного покрова Арктики (см. рис. 3). Минимальная площадь льдов в 2014 г. (5,02 млн км²) отмечалась 17 сентября, в 2015 г. (4,63 млн км²) — 11 сентября и соответствовали соответственно шестому и четвертому по рангу минимумам за период инструментального контроля.

Важным фактором изменений в Северной Атлантике и Арктике является крупномасштабная атмосферная циркуляция, характеризующаяся индексами САК и Арктического колебания. САК ассоциируется с крупномасштабными колебаниями разности атмосферного давления между Исландским минимумом и Азорским максимумом. При положительных значениях индекса САК увеличивается меридиональный

градиент атмосферного давления, усиливается западный воздушный перенос в умеренных широтах Северной Атлантики, усиливается адвекция тепла в северо-восточную часть океана и холода в его северо-западную часть; при отрицательных значениях индекса отмечается обратная картина. САК является региональной детали-

зацией Арктического колебания (АК) и между ними существует хорошая согласованность.

Многолетняя динамика индекса САК представляет собой сочетание следующих длительных стадий (рис. 4):

доминирования отрицательных значений индекса, соответствующие нисходящим ветвям ку-

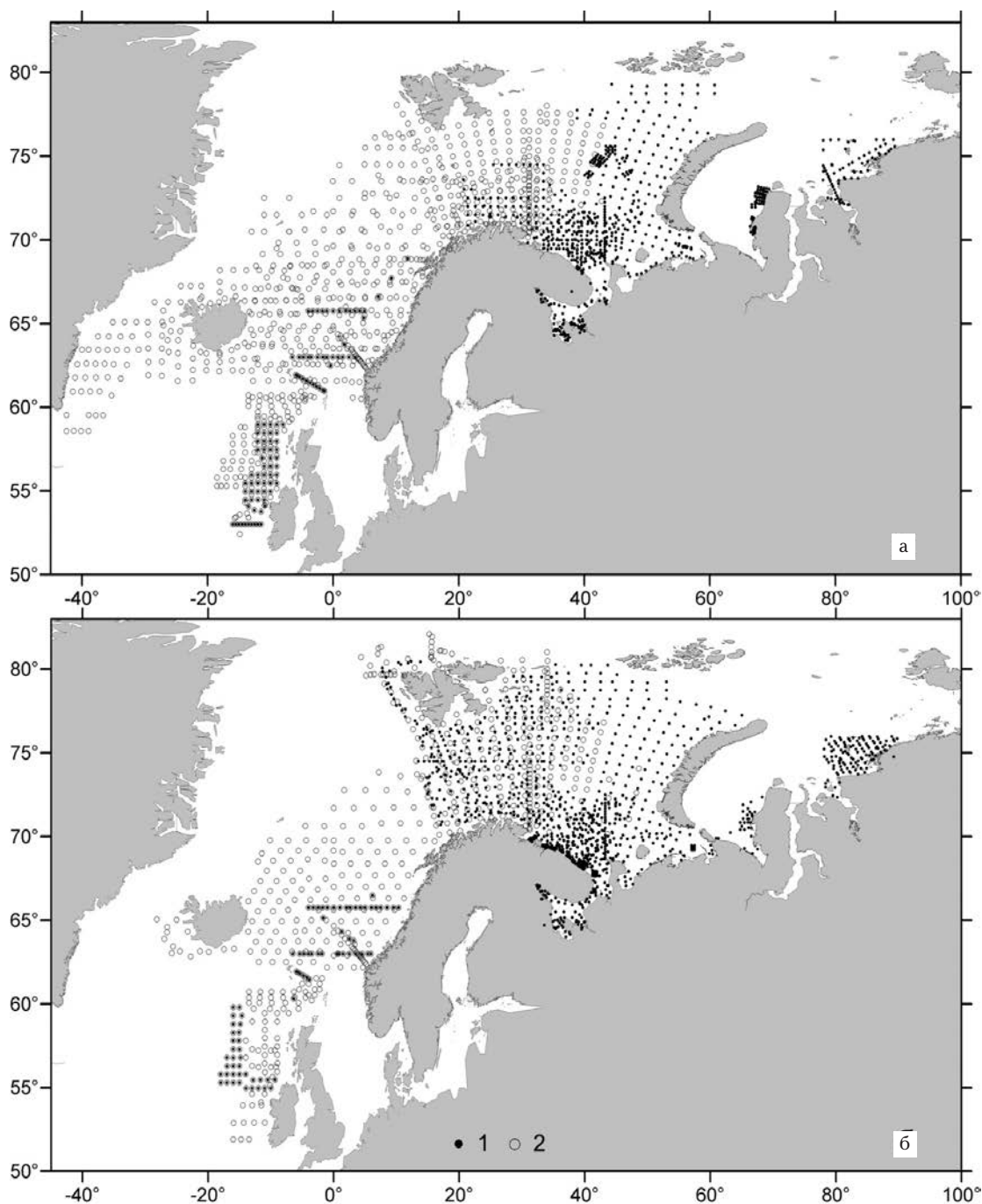


Рис. 1. Положение океанографических станций, выполненных на акватории исследований ПИНРО в 2014 (а) и 2015 (б) гг.: 1 — станции, выполненные НИС ПИНРО; 2 — зарубежные источники

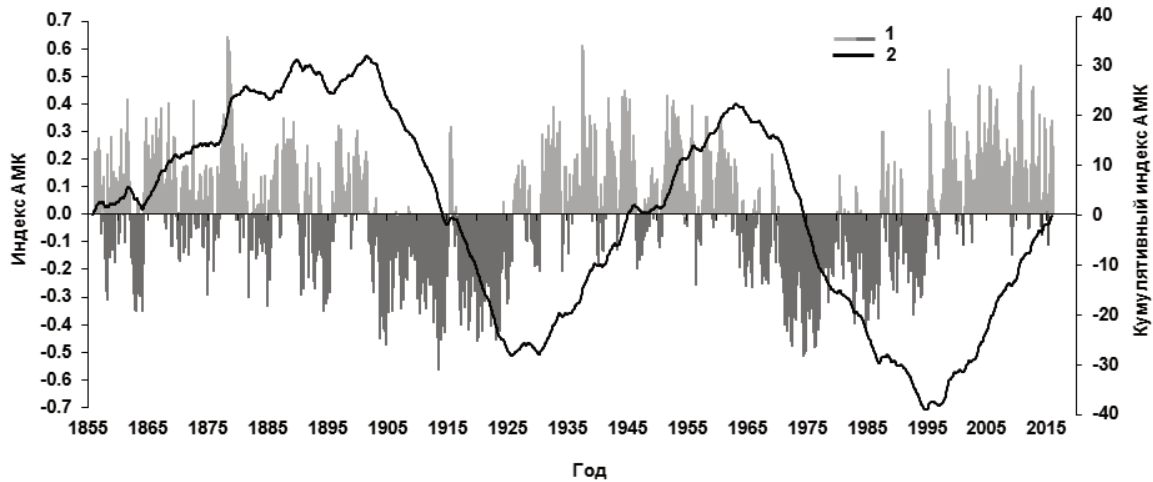


Рис. 2. Динамика месячных индексов Атлантического мультидекадного колебания (АМК) (1) и кумулятивного индекса АМК (2) для периода с января 1856 г. по декабрь 2015 г.

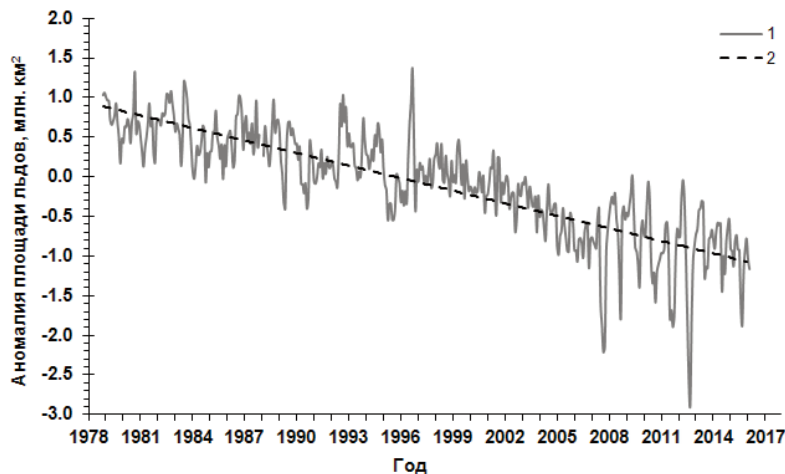


Рис. 3. Аномалии среднемесячной площади морских льдов Арктики (1) и их линейный тренд (2) в период с ноября 1978 г. по декабрь 2015 г. [по данным Sea Ice Index..., 2016]

кумулятивной кривой в периоды с начала 1950-х по начало 1970-х гг. и со второй половины 1990-х гг. по начало 2010-х гг.;

неустойчивого равновесия положительных и отрицательных значений индекса, соответствующая квазигоризонтальному участку кумулятивной кривой в период с начала 1970-х по конец 1980-х гг. и с начала 2010-х гг. по настоящее время;

стадия доминирования положительных значений индекса, которая соответствует восходящей ветви кумулятивной кривой в период с конца 1980-х по середину 1990-х гг.

Внутригодовые вариации САК, происходящие на фоне указанных длительных тенденций, как в 2014, так и в 2015 г. определялись чере-

дованием положительных и отрицательных фаз индекса. Положительная фаза отмечалась в зимне-весенний период 2014 г. С конца весны и в течение летнего сезона доминировала отрицательная фаза, достигавшая наибольшего развития в августе. Осенняя 2014 г. перестройка циркуляции вновь сопровождалась формированием положительной фазы САК, продолжавшейся до июня 2015 г. Летом и в начале осени 2015 г. доминировала отрицательная фаза, достигавшая экстремального значения в июле (индекс САК = -3,14). Осенняя перестройка атмосферной циркуляции вновь сопровождалась формированием положительной фазы САК. Указанная последовательность в изменениях характера атмосферной циркуляции на-

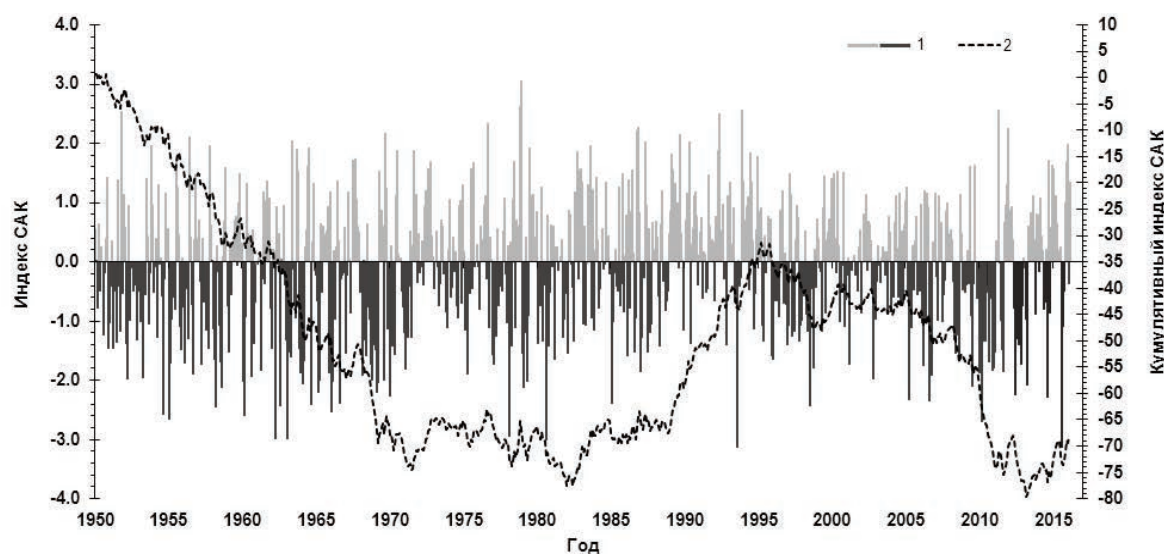


Рис. 4. Динамика месячных значений индекса Северо-Атлантического колебания (САК) (1) и кумулятивного индекса САК (2) для периода с января 1950 г. по декабрь 2015 г. [по данным Monthly Atmospheric ..., 2016]

ложила определенный отпечаток на ледовые условия и тепловое состояние вод в районах Северного рыбопромыслового бассейна.

Региональные особенности океанографических условий и их промыслово-биологические последствия. *Баренцево море.* Большую часть 2014 г. над морем доминировали ветры северных направлений, количество штормовых дней (с ветром скоростью 15 м/с и более) было выше среднемноголетнего (с максимальным превышением в марте—апреле) за исключением января, мая—августа и декабря, когда штормовая активность была близкой к норме или ниже её. В течение года в целом преобладали положительные аномалии температуры воздуха. Над западной частью моря температура была выше нормы в зимний и летне-осенний периоды, над восточной — в первой половине года с максимальными положительными аномалиями до 4,5 °С во всех районах в феврале [Состояние биологических ресурсов..., 2015].

В первой половине 2015 г. над Баренцевым морем преобладал юго-восточный перенос воздушных масс, во второй над большинством районов господствовали ветры северных румбов. Количество дней со штормовым ветром большую часть года превышало среднемноголетнее за исключением апреля, августа и октября, когда штормовая активность была ниже либо близкой к норме. В ноябре 2015 г. количество

штормовых дней на западе моря было максимальным за весь период наблюдений с 1981 г. [Состояние биологических ресурсов..., 2016]. Температура воздуха во всех районах Баренцева моря в течение 2015 г., за исключением июля, превышала норму.

В течение 2014—2015 г. на акватории Баренцева моря преобладали положительные аномалии температуры поверхностного слоя моря (ТПСМ). Их максимальные значения отмечались в восточной части моря в летний период 2015 г. и достигали 2,0—2,3 °С.

Ледовые условия в 2014 и 2015 гг. имели значительные отличия. Из-за преобладания в 2014 г. ветров северных направлений дрейфующий лёд в северо-западной части моря сохранялся в течение всего года. Ледовитость Баренцева моря в сентябре превысила норму на 2% и была самой большой для этого сезона за последние 20 лет (рис. 5).

Основной особенностью ледовых условий 2015 г. является смещение сезонного максимума ледовитости, который обычно наблюдается в Баренцевом море в апреле, на два месяца раньше (на февраль). Начиная с марта происходило интенсивное сокращение площади ледового покрова. С августа по октябрь граница ледового покрова находилась за пределами Баренцева моря. В октябре формирующийся лед наблюдался лишь в районе архипелага Земля Франца-Иосифа, общая ледовитость состави-

ла 1%, что на 14% меньше нормы и на 12% ниже, чем в 2014 г., а в ноябре—декабре ледовитость была более чем на 20% ниже среднемноголетней и уровня 2014 г. (см. рис. 5).

Теплосодержание вод основных теплых течений в зимне-весенний период 2014 г. соответствовало уровню теплых и аномально теп-

лых лет и, в основном, было ниже уровня 2013 г. В результате устойчивого северного переноса воздушных масс и низких темпов сезонного прогрева с мая по октябрь на разрезе «Кольский меридиан» отмечалось уменьшение аномалий температуры воды до уровня нормальных и теплых лет (рис. 6). Темпы сезонного по-

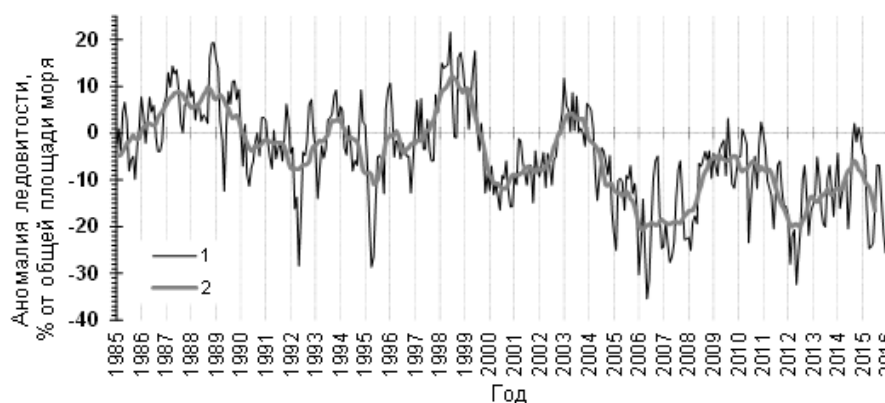


Рис. 5. Аномалии среднемесячной ледовитости (1) и их скользящие 11-месячные средние (2) в Баренцевом море в 1985–2015 гг.

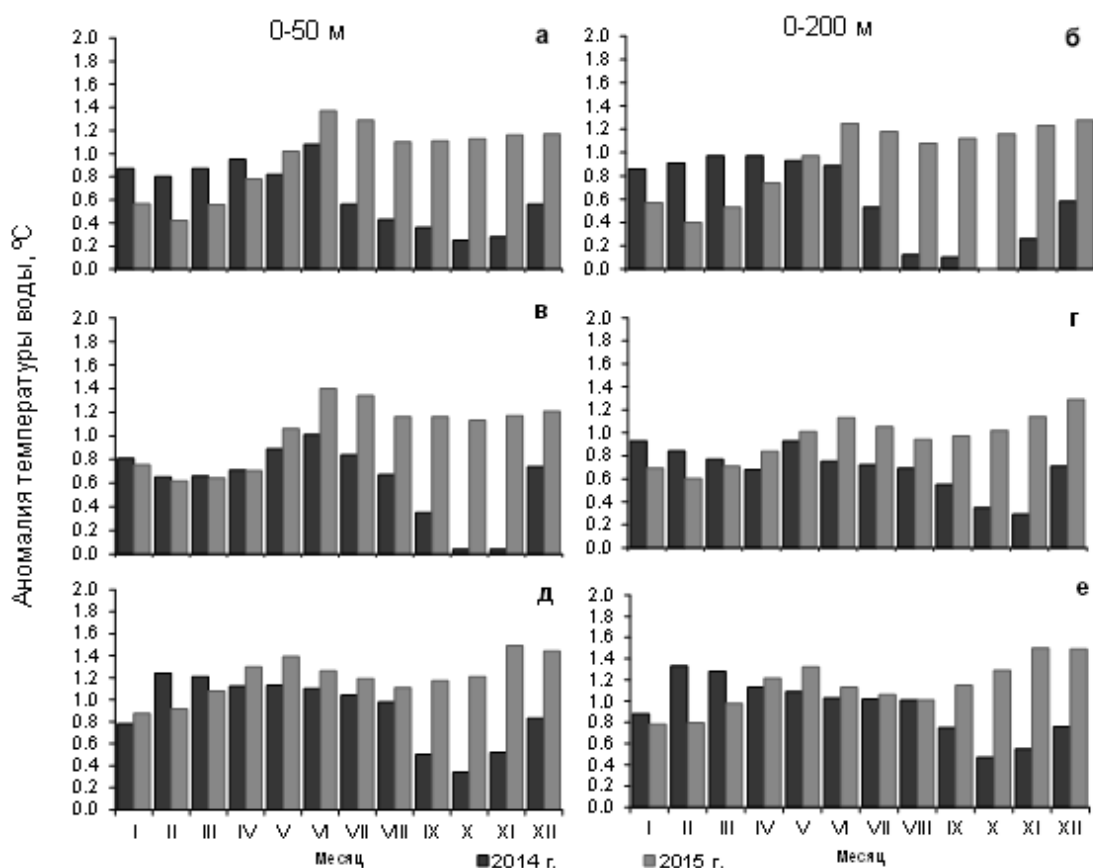


Рис. 6. Аномалии среднемесячной температуры воды в слоях 0–50 м (слева) и 0–200 м (справа) в Прибрежной (а, б) и Основной (в, г) ветвях Мурманского и Центральной ветви Нордкапского (д, е) течений на разрезе «Кольский меридиан» в 2014 и 2015 гг.

нижения температуры воды слоя 0–50 м от августа к сентябрю 2014 г. на разрезе были в 3,5–3,7 раза выше обычных. Температура вод деятельного слоя в Центральной ветви Нордкапского и Основной ветви Мурманского течений на разрезе «Кольский меридиан» в летне-осенний период 2014 г. соответствовала уровню теплых лет, а в Прибрежной ветви Мурманского течения — уровню нормальных лет.

Температура поверхностных вод в Баренцевом море в августе–сентябре 2014 г. была на 0,5–1,2 °С выше нормы (рис. 7) и значительно (на 1,0–3,0 °С) ниже, чем в 2013 г. Аномалии придонной температуры в среднем соста-

вляли 0,5–1,3 °С (рис. 8). Отмечалось незначительное, по сравнению с 2013 г. уменьшение площади, занятой придонными водами с отрицательной температурой.

Таким образом, термическое состояние вод основных течений Баренцева моря в 2014 г. превышало среднемноголетний уровень. Среднегодовая температура на разрезе «Кольский меридиан» в слое 0–200 м находилась на уровне теплых лет, но была на 0,1 °С меньше, чем в 2013 г.

В 2015 г. на большей части акватории Баренцева моря сохранялся повышенный тепловой фон вод деятельного слоя, соответствующий уровню теплых и аномально теплых лет.

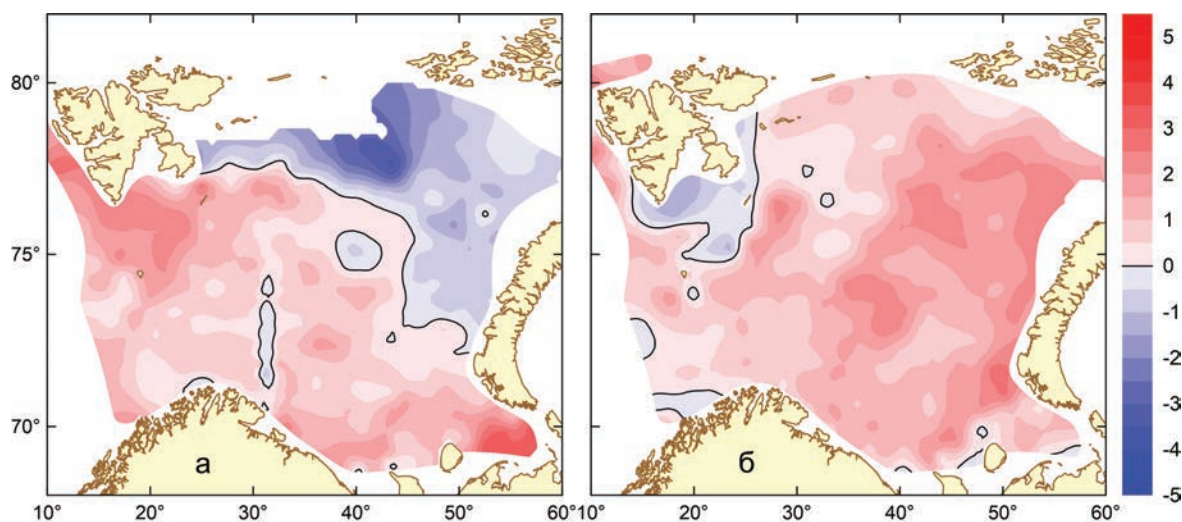


Рис. 7. Распределение аномалий температуры воды (°С) в поверхностном слое в августе–сентябре 2014 (а) и 2015 (б) года

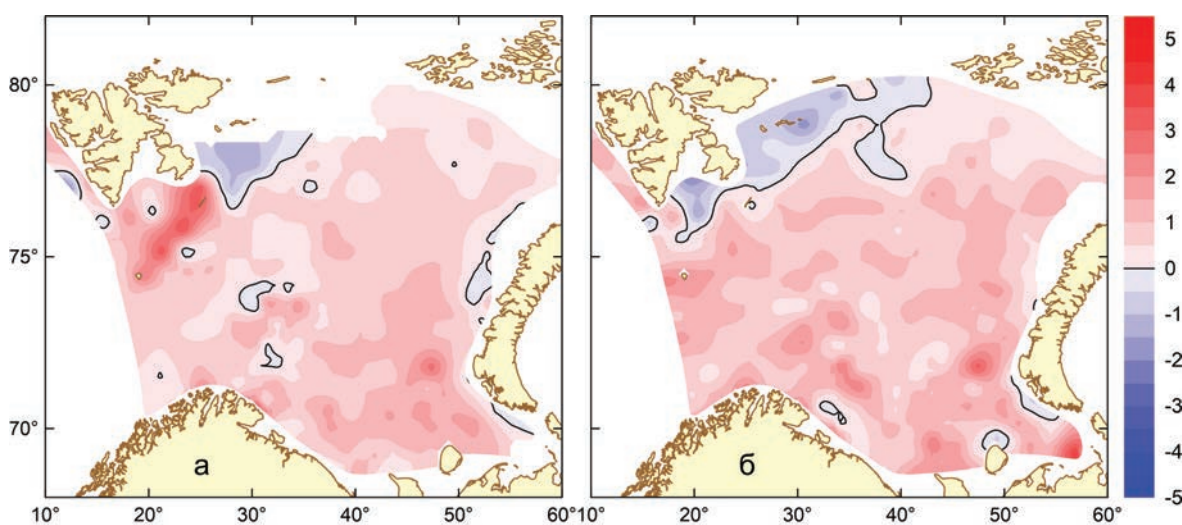


Рис. 8. Распределение аномалий температуры воды (°С) в придонном слое в августе–сентябре 2014 (а) и 2015 (б) года

По всем ветвям теплых течений с начала года по июнь отмечалась устойчивая тенденция повышения теплосодержания вод. Положительные аномалии температуры воды в слое 0–200 м изменялись от 0,4–0,6 °С в феврале до 1,1–1,3 °С в мае–июне. Начиная с апреля, в Основной ветви Мурманского и Центральной ветви Нордкапского течений теплосодержание вод превысило уровень прошлого года. В Прибрежной ветви Мурманского течения средняя температура воды в 2015 г. превысила прошлогоднюю начиная с мая, а в июне, июле и августе она была максимальной за весь период наблюдений с 1951 г. с положительными аномалиями до 1,3 °С (см. рис. 6).

В летний период 2015 г. по всем ветвям сохранялись положительные аномалии 0,9–1,3 °С с максимальными значениями в Прибрежной ветви Мурманского течения, что на 0,2–0,3 °С выше уровня 2014 г. С усилением западного переноса в сентябре–октябре отмечен рост положительных аномалий температуры воды, при этом в Центральной ветви Нордкапского течения с сентября по ноябрь, а в Основной ветви Мурманского течения в ноябре температура воды деятельного слоя была максимальной с 1951 г. (см. рис. 6).

Температура вод поверхностного слоя в августе–сентябре 2015 г. на подавляющей части Баренцева моря была в среднем на 1,2 °С выше среднегодовой, за исключением района к югу и юго-востоку от архипелага Шпицберген с отрицательными аномалиями температуры воды, составлявшими около 0,4 °С. Положительные аномалии температуры воды увеличивались с запада на восток (см. рис. 7). По сравнению с 2014 г., почти на 80% площади моря температура воды в поверхностном слое была в среднем на 1,3 °С выше с наибольшими разностями температуры на северо-востоке моря.

Придонная температура воды практически на всей акватории была на 0,9 °С выше нормы. Отрицательные аномалии, составлявшие в среднем 0,6 °С, отмечались на северо-западе акватории, главным образом, к югу и к востоку от архипелага Шпицберген. По сравнению с 2014 г., температура воды в придонном слое в 2015 г. примерно на 67% акватории была выше в среднем на 0,5 °С. Отрицательные отклонения, составлявшие в среднем 0,4 °С, отмеча-

лись на отдельных локальных участках моря, а также к югу и юго-востоку от архипелага Шпицберген, вблизи которого они достигали наибольших значений (1 °С). В 2015 г. в придонном слое, а также на горизонтах 50 и 100 м наблюдалось сокращение по сравнению с прошлым годом площади, занятой водами с отрицательной температурой (см. рис. 8).

В целом термическое состояние вод основных течений Баренцева моря в 2015 г., как и в 2014 г., превышало среднегодовое. Среднегодовая температура на разрезе «Кольский меридиан» в слое 0–200 м находилась на уровне аномально теплых лет и была на 0,3 °С выше уровня 2014 г.

Влияние океанографических условий на распределение промысловых рыб Баренцева моря. Анализ работы промыслового флота и результаты научных съёмок ПИПРО в Баренцевом море показывают, что распределение основных промысловых видов рыб (трески, пикши и мойва) в 2014–2015 гг. соответствовало аномально теплым годам.

Повышенное теплосодержание вод Баренцева моря и невысокие темпы сезонного выхоложивания в зимний период 2014–2015 гг. обусловили широкое распределение трески и пикши на акватории моря и определили растянутый характер отхода рыбы с окраин нагульного ареала в районы зимовки и нереста. Распределение промысловых скоплений рыбы в зимний период 2015 г. соответствовало таковому в 2014 г. Однако, при равных промысловых усилиях общий отечественный вылов трески и пикши в районе архипелага Шпицберген в январе–марте 2015 г. был в 1,7 раза меньше, чем в 2014 г. В экономической зоне Норвегии (НЭЗ) в этот период отмечались менее плотные, чем в 2014 г., промысловые концентрации рыбы. Практически при равных с 2014 г. промысловых усилиях, вылов тресковых зимой 2015 г. уменьшился на 30 тыс. т. Вероятно, спад промысловой обстановки был связан с синоптическими условиями. Так, в январе–марте 2015 г. над акваторией Баренцева моря отмечалась активная циклоническая деятельность, особенно в западной и центральной частях моря. Общее количество штормовых дней за эти месяцы составило 74, что на 30 дней превысило норму, а в 2014 г. таких дней было 46.

Повышенный тепловой фон вод Новоземельского течения в зимний период 2014–2015 гг. и отсутствие, вследствие этого, отчетливо выраженных термических фронтальных разделов, способствовали широкому распределению зимовальных скоплений неполовозрелой рыбы на востоке моря. Основной промысел тресковых проходил на Западном склоне Гусиной банки, где было добыто около 60% рыбы от общего вылова на юго-востоке моря. Основу уловов составляла треска (65–80%) и пикша (15–25%). Среднесуточная производительность промысла судов всех типов в январе-марте 2014–2015 гг. составила 14,7 т.

Темпы нагульных миграций рыбы вдоль Западно-Шпицбергенского течения в мае–июне 2015 г. уступали 2014 г. Так, в конце июня головные косяки трески отмечались лишь на 77° с.ш., тогда как в 2014 г. рыба облавливалась на 79° с.ш. В целом, характер нагульных миграций трески и пикши по всему морю был типичен для аномально теплых лет.

Аномально высокий тепловой фон воды способствовал широкому распределению рыбы в летний период. В августе–сентябре 2015 г. треска встречалась повсеместно, распределяясь так же широко, как и в 2014 г. (рис. 9), а в районе архипелага Шпицберген в результате экстремального положения ледовой кромки и гораздо севернее. Ее наиболее плотные концентрации отмечались на окраинных участках ареала при температуре от 0 до 1 °С. Наиболь-

шие концентрации пикши были приурочены, в основном, к теплым течениям южной части Баренцева моря и отмечались в широком диапазоне температуры — от 1,0 до 5,5 °С.

В летне-осенний период 2015 г. на Возвышенности Персея отмечалось уменьшение плотности промысловых концентраций трески по сравнению с 2014 г. и увеличение вылова в районах Зюйдкапского желоба, Надежды и Северного Шпицбергена, где в 2014 г. промысла не было вообще. Повышенная адвекция тепла водами Западно-Шпицбергенского течения в августе–сентябре обусловила благоприятные условия для летнего нагула трески и пикши на акватории севернее о-ва Западный Шпицберген (между 80 и 81° с.ш.) (см. рис. 9). Температура воды в придонном слое на этом участке изменялась от –0,5 до 3,6 °С. В 2015 г. в этом районе было добыто рекордное за всю историю отечественного промысла количество рыбы (6,2 тыс. т).

Таким образом, пространственное распределение трески и пикши в 2014–2015 гг. было характерным для аномально теплых лет. Повышенное теплосодержание водных масс в северо-западной и восточной частях моря определило широкое распределение зимовальных скоплений тресковых. В период нагульных миграций трески и пикши вдоль Новоземельского и Западно-Шпицбергенского течений отмечалось соответственно аномально восточное и северное распределение.

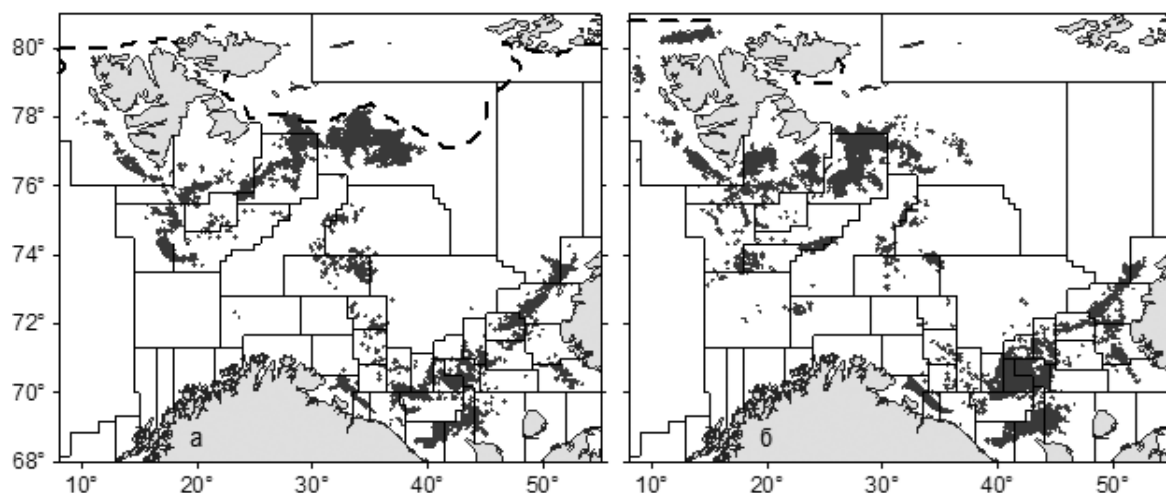


Рис. 9. Положение флота на траловом промысле трески и пикши в Баренцевом море в августе–сентябре 2014 (а) и 2015 (б) года.

- - - — положение ледовой кромки на 15 сентября

Норвежское море. Большую часть как 2014, так и 2015 г., над акваторией преобладали ветры южной четверти, исключение составили летние месяцы с северным переносом воздушных масс. Количество штормовых дней в зимние месяцы 2014 г. превышало среднеемноголетний уровень, а в остальные месяцы было меньше либо близким к норме. В течение почти всего 2015 г. (за исключением сентября и октября) количество штормовых дней было выше климатического уровня с максимальным превышением в декабре (8 дней).

Температура воздуха как над центральной частью, так и на юге моря, в течение всего 2014 г. была выше среднеемноголетней с максимальными положительными аномалиями в зимние месяцы, июле и ноябре. Большую часть 2015 г. температура воздуха над центральной частью моря превышала норму на 0,5–1,0 °С, а в июне–июле была на 0,9 °С ниже среднеемноголетней. На юге моря положительные аномалии температуры воздуха наблюдались в феврале–марте и августе–декабре 2015 г., отрицательные — в мае–июле. По сравнению с 2014 г. температура воздуха над морем была ниже на 0,8 °С.

ТПСМ на юге и в центральной части акватории в течение 2014 г. превышала норму с максимальными положительными аномалиями (около 1,0 °С) в летние месяцы. Практически в

течение всего 2015 г. температура поверхностных вод в центральной части моря (за исключением июля) также превышала норму с максимальными положительными аномалиями в сентябре и октябре. На юге моря большую часть 2015 г. поверхностная температура была близкой к норме, а с мая по август была на 0,3–0,5 °С ниже среднеемноголетней. В целом за 2015 г. в центральных районах моря температура поверхностных вод была на 0,3 °С, а на юге — на 0,9 °С ниже, чем в 2014 г.

По данным глубоководных океанографических исследований в Норвежском море в весенне-летний период 2014 г. температура воды в верхнем 50-метровом слое почти на всей акватории была выше нормы с максимальными положительными аномалиями (более 1,5–2,0 °С) на севере моря и в районе распространения вод Восточно-Исландского течения (ВИТ). Локальные участки с отрицательными аномалиями были обусловлены смещением фронтальной зоны относительно нормы на юге и в центральной части моря. В промежуточном слое (50–200 м) на большей части моря, как и на поверхности, преобладали положительные аномалии с максимальными значениями в области Восточной ветви Норвежского течения, в районах порога Мона и к северу от Фарерских островов (рис. 10 и 11). На севере рыболовной зоны Фарерских островов (ФРЗ) и юге открытой час-

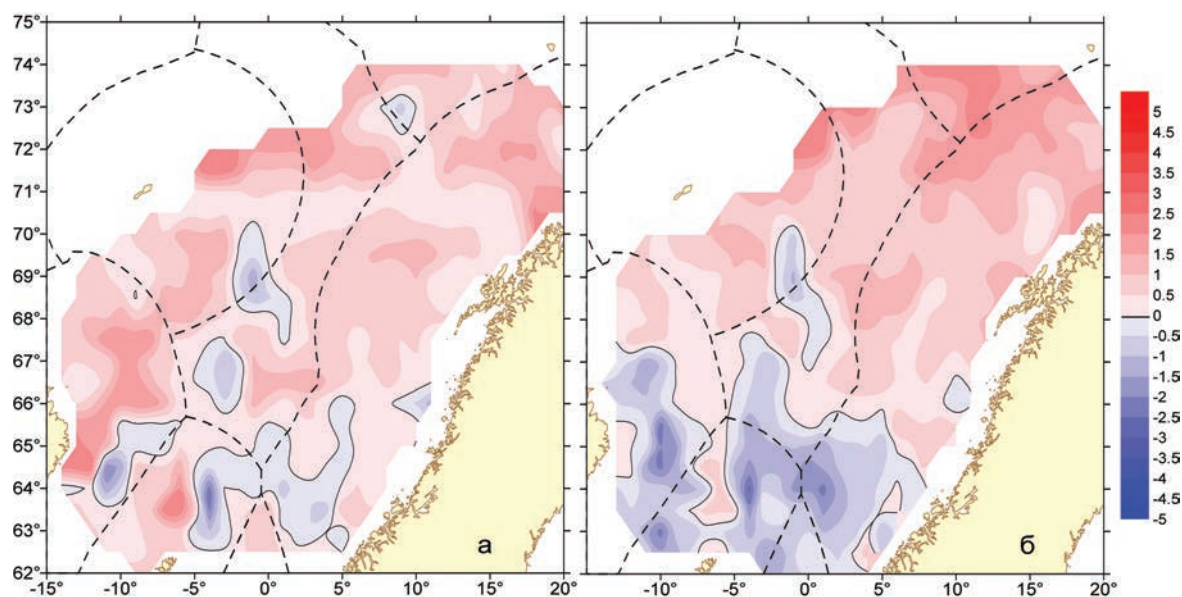


Рис. 10. Аномалии температуры воды (°С) в мае 2014 (а) и 2015 г. (б) в поверхностном слое Норвежского моря

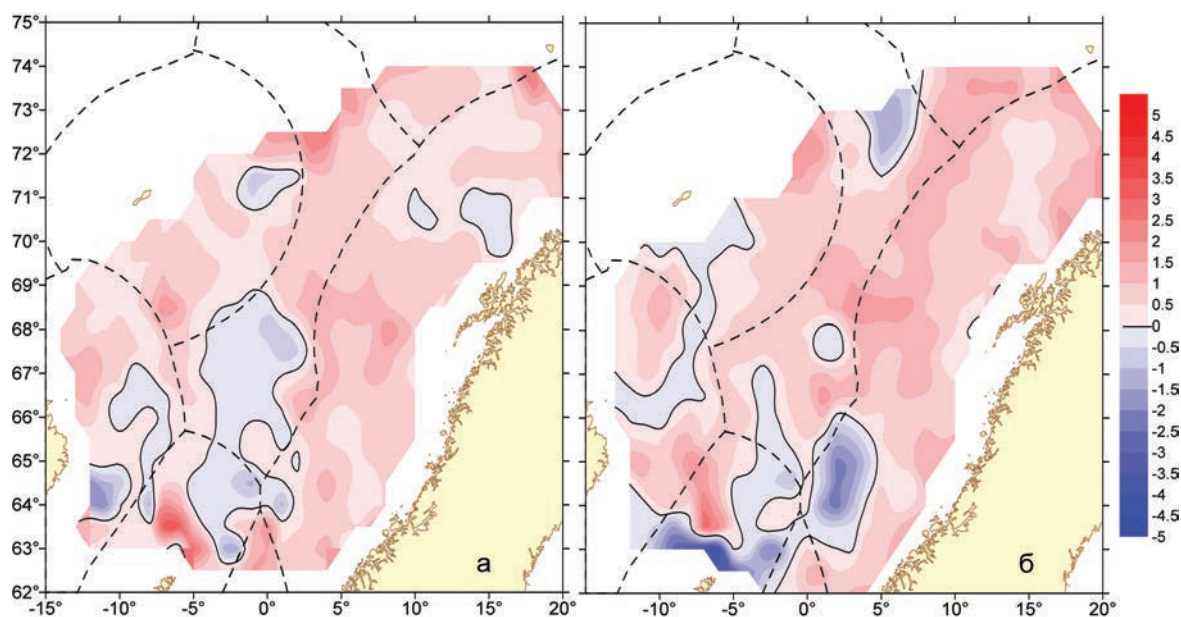


Рис. 11. Аномалии температуры воды ($^{\circ}\text{C}$) в мае 2014 (а) и 2015 г. (б) на горизонте 200 м в Норвежском море

ти Норвежского моря (ОЧНМ) температура воды была ниже нормы вследствие более восточного, чем обычно, распространения холодных восточно-исландских и смешанных вод.

Основной особенностью океанографической ситуации в Норвежском море в весенне-летний период 2015 г. были пониженное по сравнению со среднемноголетним и прошлогодним уровнями теплосодержание вод верхнего 50-метрового слоя на юге и западе моря при повышенном относительно нормы температурном фоне к северу от 68° с.ш. и значительном превышении температуры над прошлогодней севернее 71° с.ш. (см. рис. 10).

Тепловое состояние промежуточного слоя (50–300 м) вод на всей акватории практически было повышенным по сравнению с нормой и уровнем 2014 г. с максимальными (более 1°C) положительными аномалиями в центральной и северной частях моря и положительными отклонениями на локальных участках (см. рис. 11).

Положение фронтальной зоны на южном и центральном участках Полярного фронта и северном участке фронта порога Мона было смещено на юг и запад относительно прошлогоднего и среднемноголетнего положений, что повлекло уменьшение температуры на указанных участках по сравнению с нормой и уровнем 2014 г. на $1\text{--}2^{\circ}\text{C}$.

Влияние факторов среды на распределение и промысел сельди, путассу и скумбрии. В летний период 2014 г. отечественный промысел атлантическо-скандинавской сельди проходил преимущественно в водах ВИТ на границе ФРЗ и ОЧНМ, а также в пределах фронтальной зоны на западе ФРЗ. В 2015 г. в связи с создавшимися океанографическими и кормовыми условиями промысла сельди в ОЧНМ в летний период не было, рыба облавливалась только в пределах ФРЗ у фронтальной зоны на южной границе ВИТ. В связи с повышенной температурой воды в районе порога Мона и на севере ОЧНМ в 2014 г. темпы нагульной миграции сельди, направлявшейся из зоны о. Ян-Майен в район архипелага Шпицберген, были ускорены, и промысел наиболее активной и крупной рыбы в сентябре 2014 г. был сосредоточен в гораздо более южных, по сравнению с 2013 г., районах. Пониженная же относительно уровня 2014 г. температура воды деятельного слоя в районе к югу от о. Ян-Майен и в южной части порога Мона в августе—сентябре 2015 г. не способствовала созданию устойчивой промысловой обстановки для облова сельди в рыболовной зоне о. Ян-Майен в сентябре.

Весенне-летний промысел путассу в 2014 г. практически полностью был сосредоточен в ФРЗ и на самом юге ОЧНМ. Массовым вы-

ходам рыбы в международные воды вдоль границы с НЭЗ в июне—июле препятствовала пониженная, по сравнению с 2013 г. и нормой, температура воды слоя обитания путассу в этом районе. В весенне-летние месяцы 2015 г. путассу облавливалась на более широкой, чем в 2014 г., акватории в открытой части моря на границе с НЭЗ в районе меандрирующей фронтальной зоны между смешанными и атлантическими водами.

В результате сложившейся океанографической ситуации 2014 г. летний промысел скумбрии велся на всей акватории ОЧНМ от 64 до 73° с.ш., а также на западной границе ФРЗ на скоплениях, мигрирующих в экономические зоны Исландии и Гренландии. Наиболее производительный промысел рыбы в Норвежском море проходил в августе, тогда как в предшествующие годы максимальный вылов традиционно отмечался в июле. В 2015 г. холодные воды на севере ФРЗ и юго-западе ОЧНМ не позволили вести успешный лов скумбрии на традиционной акватории промысла в июне—июле. Рыба распределялась либо на южной границе ВИТ в ФРЗ, либо к северу от фронтальной зоны в ОЧНМ. В августе 2015 г., в отличие от 2014 г., скумбрия не совершала протяженных миграций на север и раньше начала возвратные миграции, что могло быть вызвано как пониженной по сравнению с прошлым годом температурой вод верхнего 50-метрового слоя в летний период, так и, возможно, лучшей, чем в 2014 г., кормовой базой, которая способствовала более ранней накормленности рыбы.

В районе к западу от Британских островов, включающим шельф Ирландии, котловину Роколл, банки Поркьюпайн, Роколл, Хаттон и др., в 2014—2015 гг. преобладал юго-западный перенос воздушных масс. Количество штормовых дней в первой половине 2014 г. превышало норму, во второй половине года штормовая активность была либо ниже, либо близкой к среднемноголетней. В течение всего 2015 г., за исключением сентября—октября, количество штормовых дней в районе возвышенности Роколл и над банкой Поркьюпайн превышало среднемноголетнее. При этом в январе, марте, мае и ноябре штормовая активность в районе была максимальной с 2000 г.

Температура воздуха над районом к западу от Британских островов в 2014 г. превышала норму с минимальными аномалиями в октябре и максимальными в июне. ТПСМ с января по апрель 2014 г. незначительно превышала среднемноголетнюю, в летне-осенний период положительные аномалии температуры составляли от 0,5 до 1,5 °С, а к ноябрю—декабрю температура уменьшилась до среднемноголетнего уровня. В течение всего 2015 г. температура воздуха и ТПСМ были ниже нормы и уровня 2014 г. с максимальными (более 1 °С) отрицательными аномалиями с мая по август, когда температура воздуха была самой низкой с 1981 г., а ТПСМ — с 1972 г. По сравнению с 2014 г. среднегодовая температура воздуха в 2015 г. была ниже на 1,4 °С, температура поверхностных вод — на 1,3 °С.

Температура воды верхнего 50-метрового слоя в весенний период 2014 г. в северной части района к западу от Британских островов и на восточных склонах возвышенности Роколл превышала среднемноголетнюю на 0,3—0,5 °С. Южнее 58° с.ш. на большей части акватории температура воды была ниже нормы с максимальными отрицательными аномалиями на юго-западном склоне возвышенности Роколл. В слое 50—200 м положительные аномалии температуры воды отмечались практически на всей акватории котловины Роколл. Отрицательные аномалии температуры сохранились только над возвышенностью Роколл и вокруг банки Поркьюпайн. В промежуточном слое (200—500 м) наибольшие положительные аномалии (более 0,5 °С) отмечались на юго-восточном склоне возвышенности Роколл, на акватории между банками Билл Бейлис, Аутер Бейли и возвышенностью Хаттон. Отрицательные аномалии, достигающие 1,0—1,5 °С, отмечались на локальных участках юго-западного склона возвышенности Роколл и к югу от банки Фёре.

Температура воды в слое 0—200 м в весенний период 2015 г. практически на всей исследованной акватории была ниже нормы с максимальными отрицательными аномалиями над западными склонами возвышенности Роколл, над котловиной Роколл и к северу от порога Уайвилла Томсона. В промежуточном слое (200—500 м) положительные аномалии темпе-

ратуры воды отмечались вдоль континентального склона Британских островов, над котловиной Роколл к юго-востоку от возвышенности Роколл и к югу от банок Билл Бейлис, Аутер Бейли и Фёре. Максимальные отрицательные аномалии, как и в более верхних слоях, наблюдались в районе порога Уайвилла Томсона и в ФШК. По сравнению с 2014 г. практически на всей акватории температура была ниже за исключением локального района к югу от Фёре банки, где из-за смещения фронтальной зоны между атлантическими и глубинными водами Норвежского моря температура воды превысила прошлогоднюю более, чем на 1°C .

Межгодовая изменчивость температуры воды в районе к западу от Британских островов в весенний период 2014–2015 гг. отражает общее понижение теплового состояния вод, начавшееся после 2012 г. (рис. 12). В районе банки Роколл температура воды к 2015 г. понизилась до уровня первой половины 1990-х гг., а над банкой Поркьюпайн — середины 1980-х гг.

Влияние океанографических условий на распределение и промысел путассу. Пониженный, по сравнению с 2013 г., тепловой фон атлантических вод в районе к западу от банки Поркьюпайн в зимний период 2014 г. привел к более южному, по сравнению с прошлогодним, распределению скоплений путассу в международных водах к западу от Британских островов в феврале 2014 г. Ещё большее понижение температуры атлантических вод западнее Британских островов в 2015 г. сказалось на более раннем, чем в 2014 г., завершение промысла пу-

тассу в районе банки Роколл, а наличие факторов, способствующих концентрации рыбы к западу от банки Поркьюпайн, в 1,5 раза увеличило производительность промысла в феврале 2015 г. по сравнению с 2014 г.

Море Ирмингера. Большую часть 2014 г. над акваторией преобладали северо-восточные ветры. В целом, количество штормовых дней превышало норму, и лишь в июне 2014 г. штормовая активность была ниже среднеемноголетнего уровня. С января по апрель 2015 г. над морем преобладал южный, а с конца весны по осень — северный перенос воздушных масс. В течение 2015 г. количество штормовых дней превышало норму, и лишь в июле и сентябре штормовая деятельность была близкой к среднеемноголетнему уровню.

Температура воздуха над морем Ирмингера в начале 2014 г. была незначительно ниже нормы. С апреля по июнь происходило атмосферное потепление, а в последующий летний период и в начале осени отмечалось незначительное сокращение положительных аномалий температуры (рис. 13). В целом за 2014 г. температура воздуха понизилась относительно 2013 г., приблизившись к среднеемноголетнему уровню, и соответствовала категории нормальных лет. В течение 2015 г. температура воздуха над морем Ирмингера была ниже нормы. В целом в 2015 г. температура воздуха понизилась относительно аналогичного периода 2014 г., и, оказавшись существенно ниже среднеемноголетнего уровня (см. рис. 13), стала соответствовать категории умеренно холодных лет.



Рис. 12. Аномалия температуры воды ($^{\circ}\text{C}$) слоя 0–200 м в марте–апреле 1985–2015 гг.: 1 — на разрезе по 53° с.ш. к западу от банки Поркьюпайн; 2 — ТПСМ в районе банки Роколл ($55\text{--}60^{\circ}$ с.ш., $15\text{--}20^{\circ}$ з.д.)

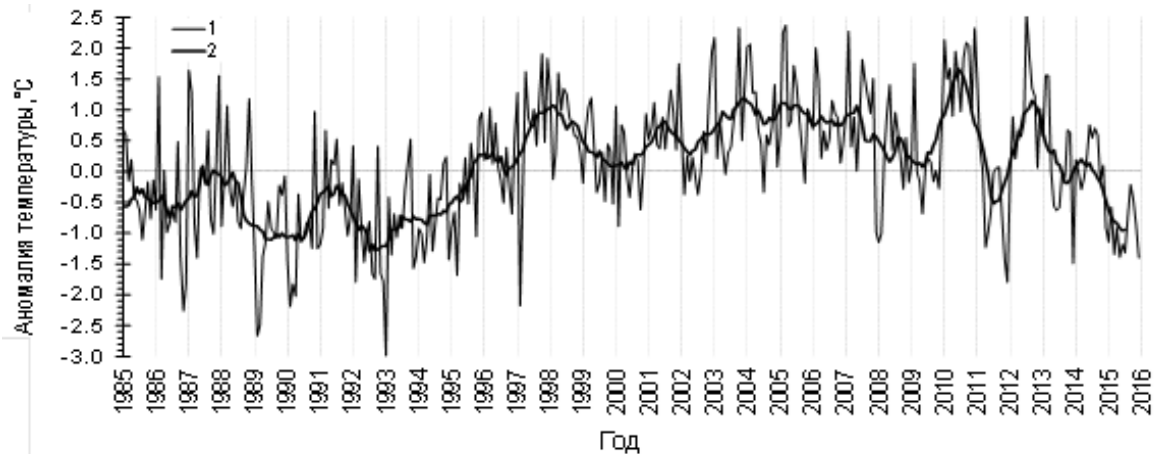


Рис. 13. Аномалии температуры воздуха в районе моря Ирмингера ($55\text{--}63^\circ$ с.ш., $30\text{--}41^\circ$ з.д.) в 1985–2015 гг.: 1 — среднемесячная; 2 — скользящая 11-месячная (средняя)

Аномалии теплового состояния поверхностных вод в море Ирмингера в течение 2014 г. испытывали разнонаправленные сезонные вариации, подобные изменениям температуры воздуха, и характеризовались переходом от незначительных положительных аномалий температуры зимой к их существенным величинам во второй половине лета и последующим уменьшением до $0,5\text{--}0,7^\circ\text{C}$ (рис. 14). Температура поверхностных вод в 2015 г. существенно понизилась как по сравнению с нормой, так и с уровнем 2014 г. Экстремальные отрицательные аномалии сред-

немесячной температуры воды, достигавшие $1,8^\circ\text{C}$ в области течения Ирмингера и $1,1^\circ\text{C}$ в центральной части субполярного круговорота, отмечались в июне (см. рис. 14), т.е. в конце положительной фазы Северо-Атлантического колебания. Теплозапас поверхностных вод в 2015 г. в целом стал соответствовать уровню умеренно холодных и холодных лет.

Промысловые районы Северо-Западной Атлантики. Характер ветрового режима в зимне-весенний период 2014 и 2015 гг. определялся преобладанием ветров западного и севе-

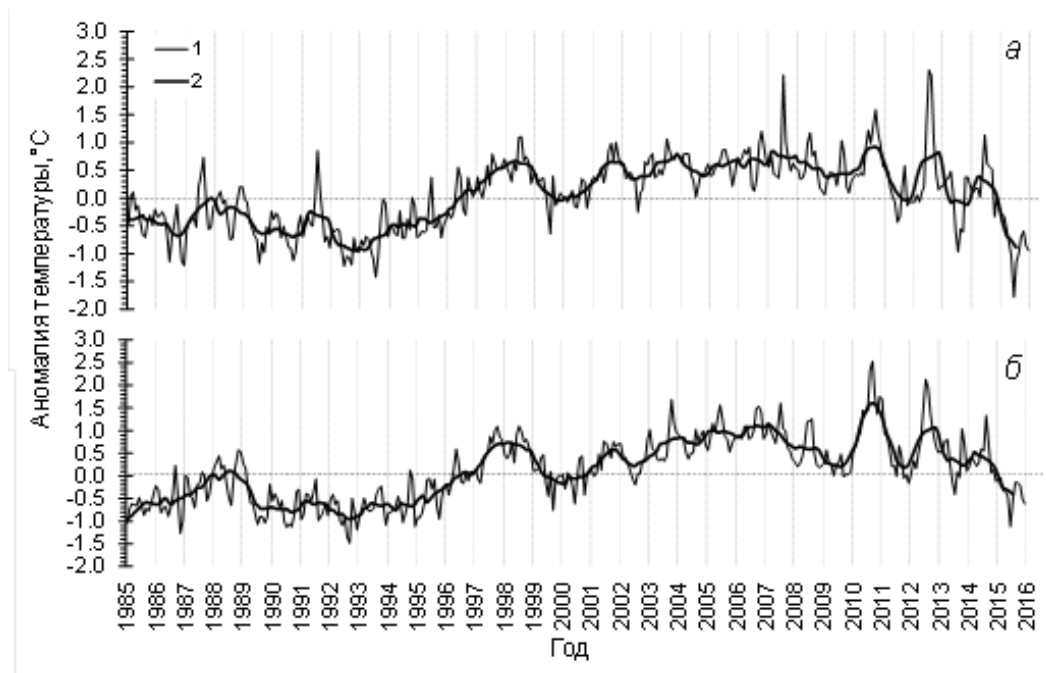


Рис. 14. Аномалии среднемесячной ТПСМ (1) и их скользящие 11-месячные средние (2) в водах течения Ирмингера (а) и центральной части субполярного круговорота (б) в 1985–2015 гг.

ро-западного направлений в подрайоне Лабрадор, западных и юго-западных воздушных переносов над подрайоном Ньюфаундленд. В летний период обоих лет доминировали ветры южных румбов, которые в начале осени сменились на западные.

На протяжении 2014 г. над всей рассматриваемой акваторией отмечалась более активная, чем обычно, штормовая деятельность. С зимы до середины лета 2015 г. отмечалась более активная, чем обычно, штормовая деятельность. В конце лета и осенью 2015 г. штормовая активность в подрайоне Ньюфаундленд сократилась до уровня незначительно ниже нормы, а над расположенной севернее акваторией (подрайон Лабрадор) осенние штормы вновь стали более частыми, чем обычно.

Сезонная эволюция аномалий температуры воздуха в 2014 г. характеризовалась зимним похолоданием (рис. 15), которое было более значительным в северной части акватории (подрайон Лабрадор), где среднемесячная температура опустилась в марте ниже нормы на 3°C . В весенне-летний период происходило потепление, в начале осени температура воздуха приблизилась к норме. Межгодовые изменения температуры воздуха в подрайонах Лабрадор и Ньюфаундленд в 2014 г. подчинялись процессу похолодания, вследствие чего здесь сформировались слабоотрицательные аномалии.

В зимние месяцы 2015 г. над обоими районами сохранились отрицательные аномалии температуры воздуха, в весенне-летний период преобладала тенденция потепления (см. рис. 15). Осенью 2015 г. аномалии температуры воздуха районах были незначительными, причем общая тенденция в их изменениях отсутствовала. В целом за год температура воздуха как в 2014, так и в 2015 г., соответствовала категории нормальных лет.

Внутригодовые изменения температуры воды в поверхностном слое Северо-Западной Атлантики в 2014 г. определялись последовательностью зимне-весеннего похолодания, летнего потепления и наступившего осенью нового похолодания (рис. 16).

В 2015 г. на большей части рассматриваемой акватории теплозапас поверхностного слоя моря испытывал незначительные отклонения от среднемноголетнего уровня, и лишь на наиболее западном участке акватории (в районе банки Флемиш-Кап) весной и летом формировался значительный дефицит тепла, характеризующийся отрицательными аномалиями среднемесячной температуры воды около 1°C в апреле—мае и 2°C в июле (см. рис. 16).

Межгодовые изменения ледовитости от 2013 к 2014 г. обнаружили тенденцию возрастания площади льдов вдоль преобладающей части восточного побережья Канады. Исклю-

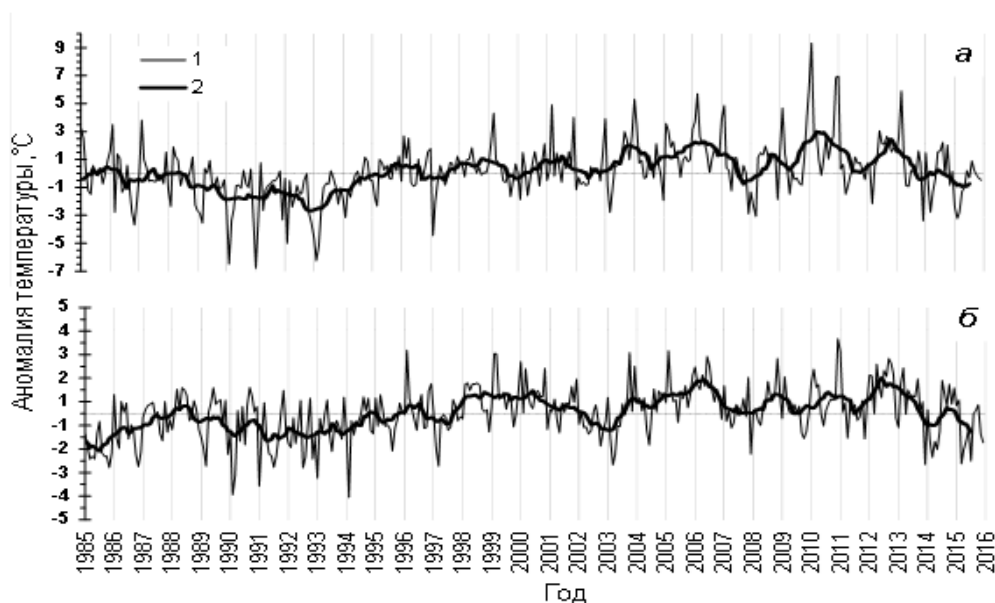


Рис. 15. Аномалии среднемесячной температуры воздуха (1) и их скользящие 11-месячные средние (2) в подрайонах Лабрадор (а) и Ньюфаундленд (б) в 1985–2015 гг.

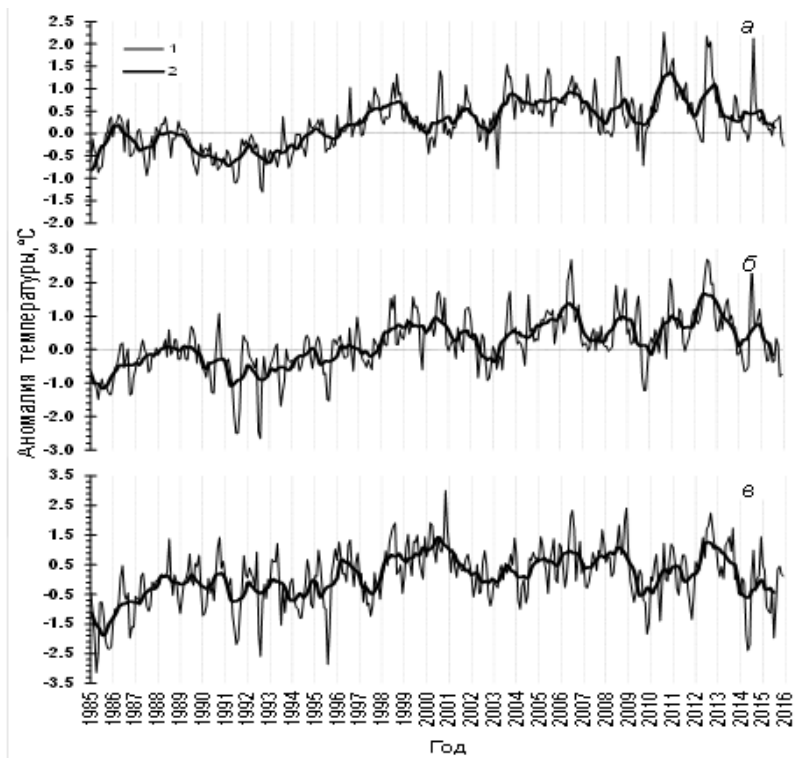


Рис. 16. Аномалии среднемесячной ТПСМ (1) и их скользящие 11-месячные средние (2) в подрайоне Лабрадор (а), на Ньюфаундлендском шельфе (б) и на банке Флемиш-Кап (в) в 1985–2015 гг.

чение составил лишь участок акватории пролива Девиса, где ледовитость в целом за сезон почти соответствовала предшествующей и оставалась ниже нормы. Более холодный, чем обычно, зимний сезон 2014/2015 г. также обусловил повышенную ледовитость вдоль восточного побережья Канады. К востоку от о. Ньюфаундленд более тяжелые, чем обычно, ледовые условия отмечались с конца февраля по середину мая, а в периоды сезонного максимума (середина марта) и начального этапа таяния (апрель) ледовитость в этом районе почти вдвое превышала среднемноголетний уровень. Наиболее тяжелые ледовые условия отмечались в проливе Девиса, которые были обусловлены главным образом замедленным разрушением ледового покрова вследствие значительного атмосферного похолодания в этом районе в период с февраля по июнь 2015 г. В целом за ледовый сезон 2014/2015 г. ледовитость в районах Лабрадора и Ньюфаундленда не претерпела существенных изменений по отношению к сезону 2013/2014 г. и сохранилась на уровне, близком к норме. Особая ситуация сложилась лишь в районе пролива Девиса, где вследствие

атмосферного похолодания среднесезонная ледовитость значительно превысила норму и уровень 2014 г.

Таким образом, сложившиеся в 2014 и 2015 гг. метеорологические, океанографические и ледовые условия на большей части Северо-Западной Атлантики характеризовали доминирование тенденции похолодания по сравнению с периодом 2012–2013 гг. и в целом соответствовали категории нормальных лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных в 2014–2015 гг. океанографических исследований в районе Северо-Европейского бассейна и Северной Атлантики можно сделать выводы о повышенной штормовой активности на всей акватории исследований (с максимальным превышением над нормой количества штормовых дней в Северо-Западной Атлантике и на востоке Баренцева моря в 2014 г., в море Ирмингера и к западу от Британских островов в 2015 г.), сохранением на уровне теплых и аномально теплых лет теплосодержания вод в Северо-Европейском бассейне, отсутствие существенных изменений в

метеорологических, океанографических и ледовых условиях на большей части акватории Северо-Западной Атлантики и соответствие этих показателей категории нормальных лет, сохранении процессов похолодания в районах моря Ирмингера и к западу от Британских островов, при которых теплозапас вод в этих районах к 2015 г. стал соответствовать уровню умеренно холодных и холодных лет.

ЛИТЕРАТУРА

- Состояние сырьевых биологических ресурсов Баренцева моря и Северной Атлантики в 2015 г.* 2015. Мурманск: Изд-во ПИНРО. 122 с.
- Состояние сырьевых биологических ресурсов Баренцева моря и Северной Атлантики в 2016 г.* 2016. Мурманск: Изд-во ПИНРО. 107 с.
- Kerr R.A. 2000. A North Atlantic climate pacemaker for the centuries // *Science*. V. 288. P. 1984-1986.

Monthly Atmospheric and SST Indices: data and time series for monthly atmospheric and SST index values for winds, sea level pressure, southern oscillation index, SST, temperature anomalies, and outgoing longwave radiation / Climate Prediction Center, National Weather Service, NOAA. Accessible via: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/>. 15.01.2016.

Sea Ice Index: monthly and daily sea ice index images and data / National Snow and Ice Data Center. Accessible via: http://nsidc.org/data/seaice_index/archives.html. 15.01.2016.

REFERENCES

- Sostoyanie syr'evykh biologicheskikh resursov Barentseva моря i Severnoj Atlantiki v 2015 g.* [Status of biological resources in the Barents Sea and North Atlantic in 2015] 2015. Murmansk: Izd-vo PINRO. 122 s.
- Sostoyanie syr'evykh biologicheskikh resursov Barentseva моря i Severnoj Atlantiki v 2016 g.* [Status of biological resources in the Barents Sea and North Atlantic in 2016] 2016. Murmansk: Izd-vo PINRO. 107 s.

*Поступила в редакцию 20.04.2016 г.
Принята после рецензии 07.07.2016 г.*

Oceanographic conditions in the seas of the North Atlantic in 2014–2015 and their influence on commercial fish distribution

*A.L. Karsakov, V.A. Borovkov, E.V. Sentyabov,
V.A. Ivshin, G.G. Balyakin, Z.V. Abolmasova*

Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (FSBSI «PINRO»),
Murmansk

The paper presents summarized results from ecosystem marine surveys the Barents and Norwegian Seas and to the west of the British Isles by the Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO) to as well as the available operating information on hydrometeorological conditions and Russian fishing activity in the area of the North Fishery Basin in 2014–2015. The analysis of temporal and spatial changes in meteorological and oceanographic conditions happened in the Barents and Norwegian Seas and fishing areas of the North Atlantic due to the influence of multi-scale processes in the atmosphere and ocean was made. The results from the analysis of the effect of peculiar hydrographic conditions on distribution and migrations of commercial fish species in the Barents and Norwegian Seas and to the west of the British Isles are given. The research made in 2014–2015 showed that water temperature in the North European Basin was remained at the level of warm and anomalous warm years, there were no essential changes in meteorological, hydrographic and ice conditions in the most area of the North West Atlantic and those parameters corresponded to those ones in normal years, cooling was remained in the Irminger Sea area and to the west of the British Isles and under those processes in the areas, the water temperature level got corresponding to the level of moderate cold and cold years.

Key words: oceanographic conditions, climatic changes, temperature, distribution, fishing activity.