

УДК 504.4.062.2

ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ВОД ЯПОНСКОГО, ОХОТСКОГО МОРЕЙ И ТИХОГО ОКЕАНА, ПРИЛЕГАЮЩИХ К о. САХАЛИН И КУРИЛЬСКИМ ОСТРОВАМ

© 2022 г. Сен Ток Ким*

Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»),
г. Южно-Сахалинск, 693023 Россия

*e-mail: n.kim@sakhniro.ru

Поступила в редакцию 11.10.2021 г.

После доработки 24.02.2022 г.

Принята к публикации 28.04.2022 г.

Долгопериодная динамика термического режима морских вод Сахалино-Курильского региона слабо исследована. Вместе с тем, внешние факторы среды обитания оказываются решающими при формировании структуры и величины запасов промысловых гидробионтов, наиболее массовых представителей экосистем. Данные по температуре поверхности воды и верхнего квазиоднородного слоя моря были получены в ходе многолетних судовых и спутниковых наблюдений на полигонах, расположенных на прилегающей к островам акватории Японского, Охотского морей и Тихого океана. Выявлены региональные особенности изменений термического режима вод, обусловленные природой прибрежных течений и влиянием локальных климатических условий. По всему региону прослежена сходная динамика многолетних трендов на потепление и похолодание термического режима на протяжении 1998–2020 гг.

Ключевые слова: Сахалино-Курильский регион, температура воды, термический режим, многолетняя динамика

DOI: 10.31857/S0030157422050173

1. ВВЕДЕНИЕ

Изучение долгопериодных трендов изменчивости среды обитания имеет важное значение для вероятностной оценки динамики многолетних флюктуаций запасов рыб. Одним из основных факторов, оказывающих значимое влияние на биологию гидробионтов, является термический режим вод. Теплосодержание морей, наряду с радиационным прогревом поверхностного слоя, определяется переносом тепла океанскими и морскими течениями, а также потоками явного и скрытого тепла на границе с атмосферой, турбулентным перемешиванием в море. Океанографические исследования дальневосточных морей вблизи о. Сахалина и Курильских островов, касающиеся вопросов многолетней динамики важнейших течений, их зависимости от климатических условий и характера последующего влияния на биологические ресурсы, в настоящее время являются немногочисленными, чаще всего основываются на ограниченных временных рядах наблюдений и не позволяют выделить значимые связи между средой обитания и популяциями морских организмов [5–7, 10]. Отдельные публикации касаются преимущественно смежных ак-

ваторий морей или представляют особенности климато-океанологических изменений в обширной восточной части Тихого океана, редко с сопутствующей характеристикой наблюдаемых флюктуаций в экосистемах [16, 36, 45]. Характер многолетней цикличности термического режима прибрежных вод всего региона все еще остается неопределенным. Спутниковая информация позволяет изучать возможные межгодовые флюктуации термического фона поверхностных вод, но и эти материалы требуют аналитического подхода. Вместе с тем, база данных по динамике биологических ресурсов достигла уже такого уровня, когда требуется объяснить причины, влияющие на их изменения, выявить причинно-следственные связи с характерными особенностями среды обитания.

В настоящей работе осуществлена попытка оценки долгопериодных трендов в изменениях термического режима изучаемого региона путем выделения отдельных участков моря (полигонов), в границах которых, в ходе экспедиционных исследований на научно-исследовательских судах, данные периодически обновлялись. Выделение морских полигонов у о. Сахалин выполнено

Таблица 1. Координаты всех обследованных полигонов Сахалино-Курильского региона

| № | Район | Широта | Долгота | Разрез | Число станций |
|---|-------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | Западный Сахалин | 47°21'–47°70' с.ш. | 140°61'–142°00' в.д. | м. Слепиковский–м. Золотой | 411 |
| 2 | Восточный Сахалин | 45°06'–46°16' с.ш. | 143°30'–146°30' в.д. | м. Анива–м. Докучаева | 653 |
| 3 | Восточный Сахалин | 48°21'–49°00' с.ш. | 144°73'–146°17' в.д. | м. Терпения–море | 253 |
| 4 | Восточный Сахалин | 51°21'–51°40' с.ш. | 143°51'–146°18' в.д. | Зал. Луньский–море | 278 |
| 5 | Южные Курилы | 43°37'–44°39' с.ш. | 145°40'–146°90' в.д. | Ю-К пролив | 748 |
| 6 | Южные Курилы | 43°71'–45°32' с.ш. | 146°90'–149°30' в.д. | Океанская сторона о. Итуруп | 613 |
| 7 | Северные Курилы | 48°40'–51°50' с.ш. | 154°20'–158°00' в.д. | Океанская сторона островов | 1055 |

по местоположению стандартных гидрологических разрезов, расположенных у разных участков побережий острова. У Курильских островов, при отсутствии подобных разрезов, полигоны охватывают известные зоны влияния поверхностных течений – Соя, Ойясио и Восточно-Камчатского.

Сахалино-Курильский регион охватывает северную часть Японского моря, южную часть Охотского моря и акваторию Тихого океана, прилегающую к Курильским островам. Гидрологическая обстановка в регионе определяется несколькими разными по своему происхождению течениями. В северной части Японского моря у юго-западных берегов Сахалина главную роль играет северная ветвь теплового Цусимского течения [8, 10, 31]. Северо-западное побережье Татарского пролива оказывается под влиянием Лиманского (Шренка) холодного течения [21, 32]. В Охотском море восточное побережье Сахалина, включая южные крупные заливы Анива и Терпения, находится под определяющим воздействием холодного Восточно-Сахалинского течения, взаимодействующего с теплыми и опресненными водами стока р. Амур [3]. Теплое течение Соя, ветвь Цусимского течения, огибает северное побережье о. Хоккайдо и достигает южных Курильских островов, обеспечивая приток тепла в Кунаширский и Южно-Курильский проливы [25]. У северных Курильских островов в океанских водах движется холодное субарктическое Восточно-Камчатское течение, которое в районе пр. Буссоль преобразуется в холодное течение Ойясио, трансформируясь за счет менее соленых вод, вытекающих из Охотского моря [39]. Ойясио формирует холодный термический режим в удаленных океанских водах о. Итуруп и, огибая Малую Курильскую гряду, создает фронтальный водораздел с течением Соя напротив пр. Екатерины.

Цель настоящей работы заключается в характеристике многолетних изменений термического режима морских вод в Сахалино-Курильском регионе по судовым и спутниковым наблюдениям за 1980-е–2020-е гг.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Многолетняя динамика температуры воды в верхнем квазиоднородном слое (ВКС) моря, определяемом по характерным вертикальным профилям температуры, описывается средними аномалиями на полигонах, соответствующих ограниченными площадями морской акватории, прилегающим к стандартным гидрологическим разрезам: 1. м. Слепиковского – м. Золотой (Татарский пролив), 2. м. Анива – м. Докучаева, 3. м. Терпения – море, 4. зал. Луньский – море (табл. 1, рис. 1). Кроме того, рассмотрены полигоны (5–7), находящиеся в Южно-Курильском проливе, в океанских водах о. Итуруп, а также в океанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки. Судовые исследования включали в себя данные по температуре воды, измеренной непосредственно в режиме сопровождения траловых съемок зондом SBE 19plus V2 SeaCAT, а также при выполнении стандартных гидрологических разрезов в 1988–2020 гг. Спутниковые наблюдения за термическим фоном поверхности воды проводились в период 1998–2020 гг. при использовании системы TerraScan в СахНИРО, осуществляющей прием и обработку информации со спутников серии NOAA и др. [17, 29]. Спутниковые данные по температуре воды в границах полигонов были обработаны и любезно предоставлены Д.М. Ложкиным. Сравнение судовых и спутниковых данных в различных районах Охотского моря было выполнено ранее [4, 26, 27]. Была продемонстрирована большая степень сходства результатов измерений по обоим типам данных для исследуемых акваторий вне зависимости от сезона.

Качество судовых наблюдений существенно ограничено отсутствием планомерных исследований в единые сроки (месяцы) и в ежегодном формате. Перерывы в наблюдениях вынуждали использовать информацию только по наиболее изученным месяцам, как правило, летним или осенним. Базовым временным периодом принимался май–июль, т.е. время, соответствующее

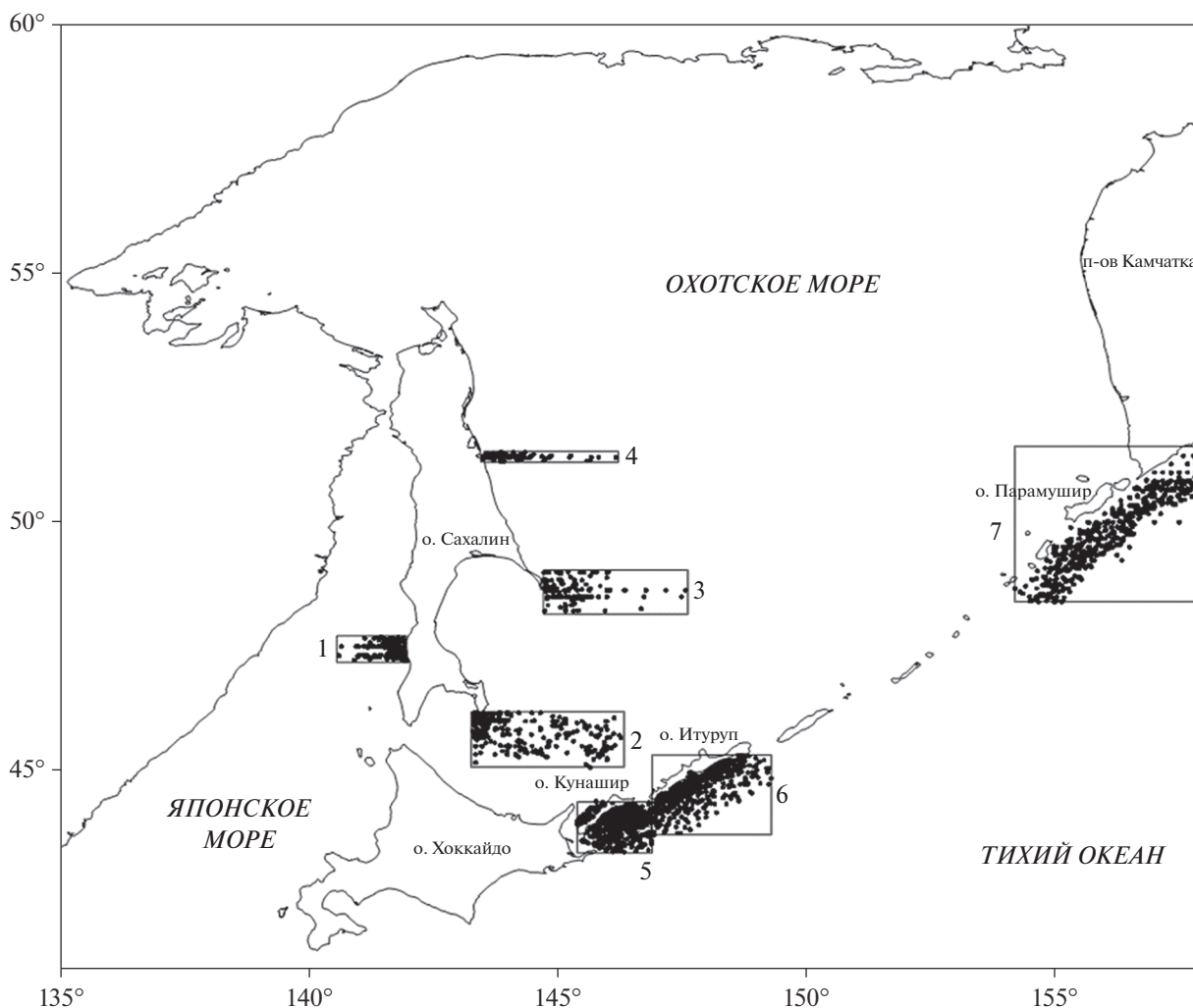


Рис. 1. Схема расположения полигонов (1–7) для определения термического режима вод в Сахалино-Курильском регионе.

наиболее критичному для большинства морских рыб этапу, когда осуществляется их размножение и определяется общая выживаемость икры и личинок. Гидрологические сезоны приняты по работе Пищальника и Бобкова [23].

Долгопериодные тренды изменений средней температуры воды по полигонам ежемесячно были построены на основе полиномиальных уравнений 3-ей степени, выбор которых был обусловлен сравнительным анализом полученных данных по критерию Акаике (Akaike's information criterion, AIC) [41]. Несмотря на то, что примененный критерий продемонстрировал неоднозначную картину аппроксимации исходных величин моделями полиномиальных уравнений 2–5-ой степеней, наименьшие значения критерия чаще всего были отмечены для полинома 3-ей степени. Для характеристики температуры воды поверхностного слоя полином вида $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$ был более

предпочтителен в 43% случаев наблюдений, т.е. для трех (1, 4, 5) из семи рассмотренных полигонов. Динамика средней температуры в ВКС аппроксимировалась полиномом 3-ей степени в 50% случаев, т.е. в двух (1, 2) из четырех возможных полигонов. При окончательном выборе полинома 3-ей степени было принято во внимание наличие всего двух периодов в многолетней динамике биологических ресурсов в исследуемом регионе в 1980–2020-х гг. [12–15].

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

3.1. Западный Сахалин

Район вдоль юго-западного побережья о. Сахалин находится под определяющим влиянием теплых вод ветви Цусимского течения. В районе полигона 1, который включает гидрологический разрез м. Слепиковского–м. Золотой, по осред-

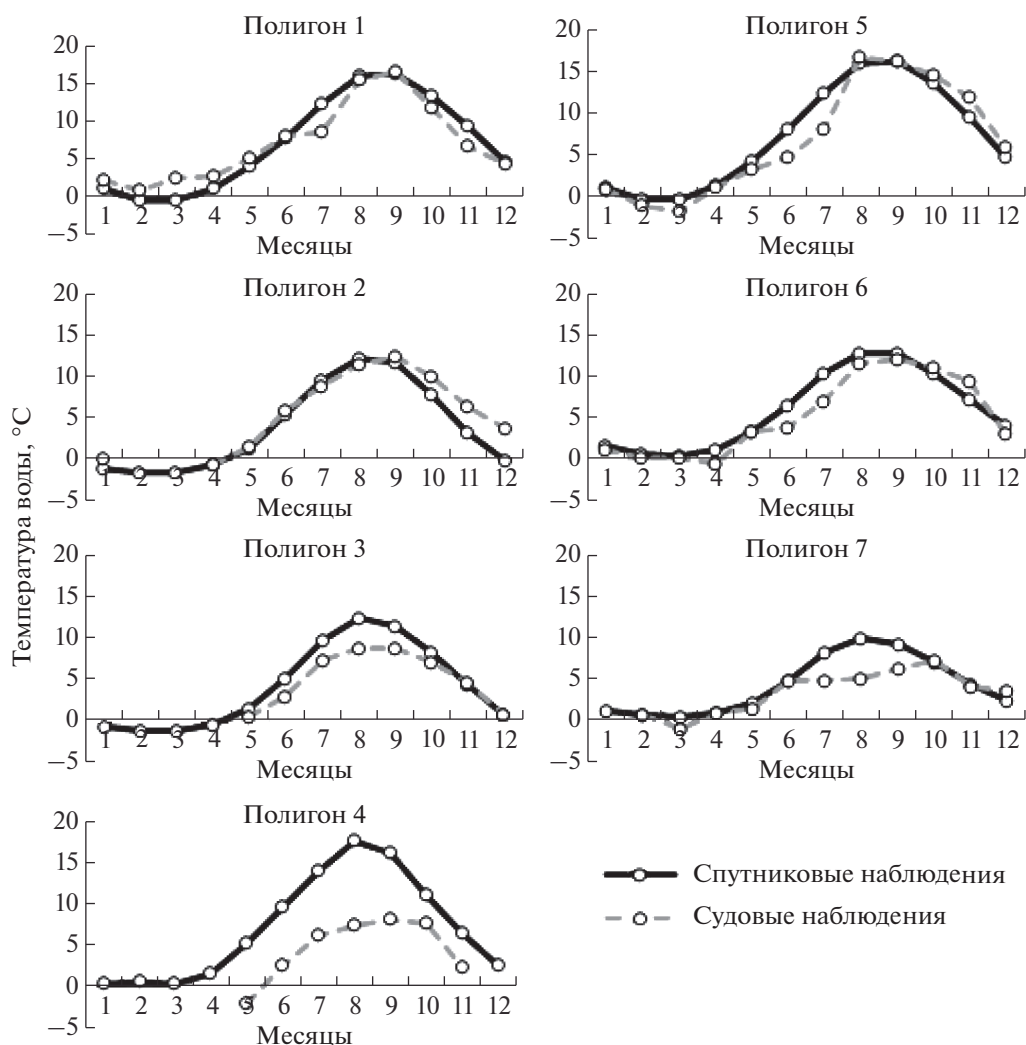


Рис. 2. Внутригодовая динамика температуры воды на различных полигонах в Сахалино-Курильском регионе (см. табл. 1, рис. 1) по осредненным спутниковым (поверхность моря) и судовым (ВКС) наблюдениям в 1998–2020 гг.

ненным данным спутниковых наблюдений и по судовым наблюдениям в слое ВКС выявлена нижеследующая внутригодовая динамика температуры воды на поверхности моря (рис. 2, табл. 2). Средняя температура ВКС заметно превышала таковую поверхностного слоя в феврале–апреле. Значения выравнивались в мае–июне, а в теплый период года верхняя толща воды была несколько холоднее поверхности моря. Поверхность моря прогревалась максимально в сентябре и охлаждалась в феврале–марте.

Долгопериодная динамика температуры воды, выраженная аномалиями значений (отклонениями от среднемесячных величин), описана полиномиальными трендами. В поверхностном слое моря большинство помесечных показателей, за исключением значений конца лета–начала осени, указывает на то, что в 1998–2007 гг. наблюдалось потепление, а в 2008–2017 гг. – похолодание,

и в настоящее время вновь выявлены положительные аномалии температуры воды (рис. 3а). Однако в августе и сентябре межгодовые колебания температуры показывали иную картину: потепление 2007–2017 гг. сменилось похолоданием. Отметим, что значимость условий гидрологической весны и лета для успешного размножения и последующего развития личинок всех массовых видов рыб требует обратить особое внимание на период май–июль, поскольку в настоящее время формируется тренд положительных изменений в среде обитания.

Многолетние изменения температуры воды в ВКС в июне схожи с динамикой показателя в поверхностном слое моря, рассмотренной выше (рис. 3б). При этом в мае, и особенно в сентябре, первый пик (теплый этап) оказывался смещен на более ранние годы, вплоть до 1990–1995 гг., что согласуется с известными сведениями о высоком

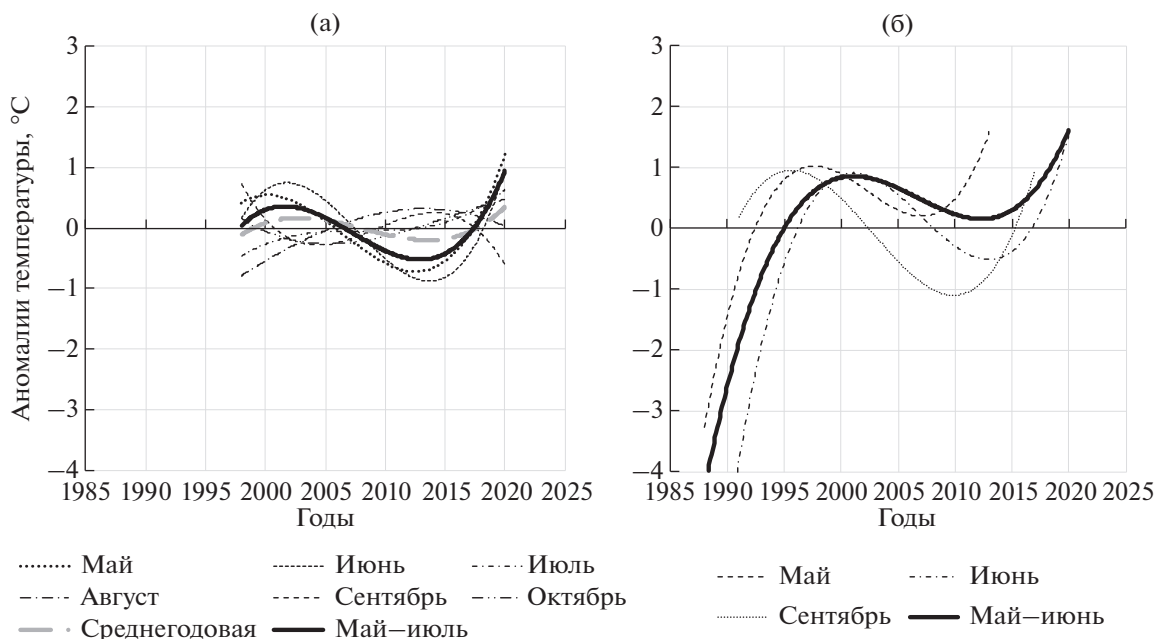


Рис. 3. Долгопериодная динамика температуры воды на поверхности моря (а) и в толще ВКС (б) у западного Сахалина по осредненным спутниковым наблюдениям в 1998–2020 гг. и судовым наблюдениям в 1988–2020 гг.

уровне биоресурсов в начале 1990-х гг. Второй пик потепления также смещался, указывая на появление признаков потепления уже в 2007 г. Существенные пропуски в данных судовых наблюдений вынуждают относиться к полученной информации с определенной осторожностью. Но следует отметить, что ряд наблюдений на судах оказывается полнее на 10 лет, что позволяет предполагать более корректную схему периодизации этапов потепления и похолодания.

3.2. Восточный Сахалин

Этот район весьма протяженного побережья находится под влиянием холодного Восточно-Сахалинского течения. Полигон у юго-восточного побережья о. Сахалин, ограниченный аквато-

рийей вблизи западного участка стандартного гидрологического разреза м. Анива–м. Докучаева, демонстрировал нижеследующую картину годового цикла изменения средней температуры поверхности и ВКС моря (см. рис. 2, табл. 2).

Температура поверхностного слоя моря здесь колебалась от -1.5°C в феврале–марте до 12.1°C в августе. Диапазон общих изменений температуры в течение года в верхней толще моря составлял -0.7 – $+12.5^{\circ}\text{C}$. Термический режим на поверхности и в верхнем слое моря менялся одинаково вплоть до сентября, с последующим большим охлаждением поверхностного слоя.

Многолетняя динамика температуры поверхности моря на полигоне в мае–июле указывает на потепление в 1998–2007 гг., похолодание в

Таблица 2. Экстремальные характеристики межгодовой динамики термического режима вод Сахалино-Курильского региона по спутниковым и судовым наблюдениям

| Параметры | Поверхность моря (спутниковые наблюдения) | | | | | | |
|---|---|--------|---------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Верхний экстремум температуры, $^{\circ}\text{C}$ | 16.2 | 12.1 | 12.4 | 17.3 | 16.2 | 12.8 | 9.9 |
| Период, мес. | IX | VIII | VIII | VIII | IX | VIII | VIII |
| Нижний экстремум температуры, $^{\circ}\text{C}$ | -0.5 | -1.5 | -1.0 | 0.1 | -0.5 | 0.3 | 0.4 |
| Период, мес. | III | II–III | II–III | III | III | III | III |
| | Слой ВКС моря (судовые наблюдения) | | | | | | |
| Верхний экстремум температуры, $^{\circ}\text{C}$ | 16.5 | 12.5 | 8.8 | 7.9 | 16.7 | 11.9 | 7.1 |
| Период, мес. | IX | IX | VIII–IX | IX | VIII | IX | X |
| Нижний экстремум температуры, $^{\circ}\text{C}$ | 1.0 | – | – | – | -1.9 | -0.6 | -1.0 |
| Период, мес. | II | – | – | – | III | IV | III |

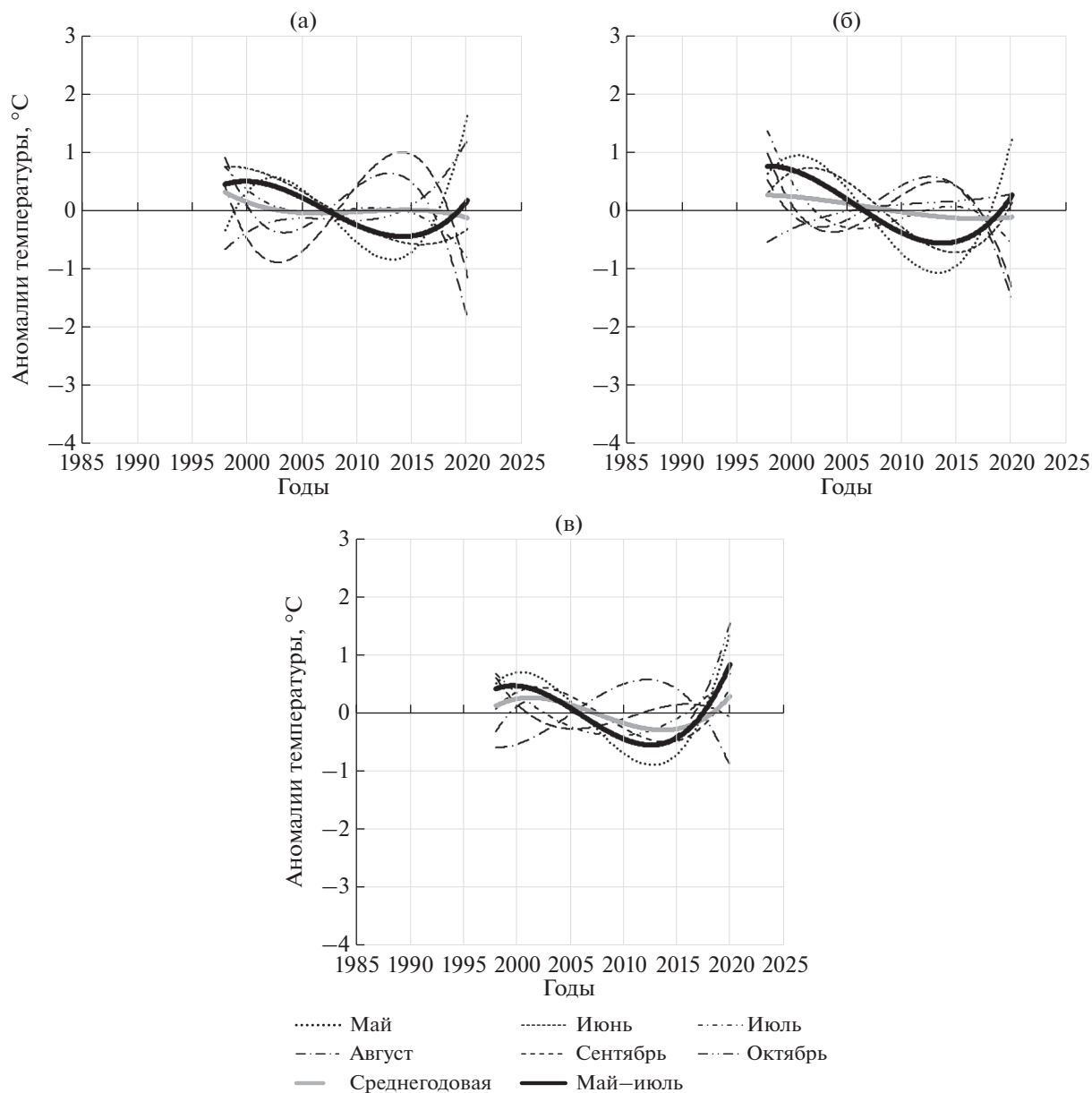


Рис. 4. Долгопериодная динамика поверхностной температуры воды у восточного Сахалина по осредненным спутниковым наблюдениям в 1998–2020 гг., (а), (б), (в) – полигоны 2, 3, 4.

2008–2019 гг. и современный тренд на потепление (рис. 4а). По данным августа–сентября картина была прямо противоположной. Этапы потепления и похолодания чередовались в обратном порядке, что было отмечено и в юго-западных водах Сахалина.

С учетом судовых данных продолжительность наблюдений увеличивается до более чем 30 лет (рис. 5а). Вероятно, ввиду этого, этап потепления в слое ВКС сместился на примерно 1990–2002 гг., похолодание наблюдалось в 2002–2013 гг., очередное потепление наступило в настоящее время. Этот характер изменений температуры был определяющим для всех рассмотренных месяцев.

Второй полигон у восточного побережья о. Сахалин включает стандартный гидрологический разрез м. Терпения–море (см. табл. 1). В этом районе годовой цикл изменения температуры на поверхности показывал отрицательные значения с января по апрель, а пик потепления наблюдался в августе (см. рис. 2, табл. 2). Выравнивание средних значений показателя в слое и на поверхности наблюдалось в ноябре–декабре и, по всей видимости, в апреле.

Что касается многолетней динамики температуры на этом полигоне, то в поверхностном слое в мае–июне наблюдалась такая изменчивость: потепление в 1998–2007 гг., похолодание в 2008–

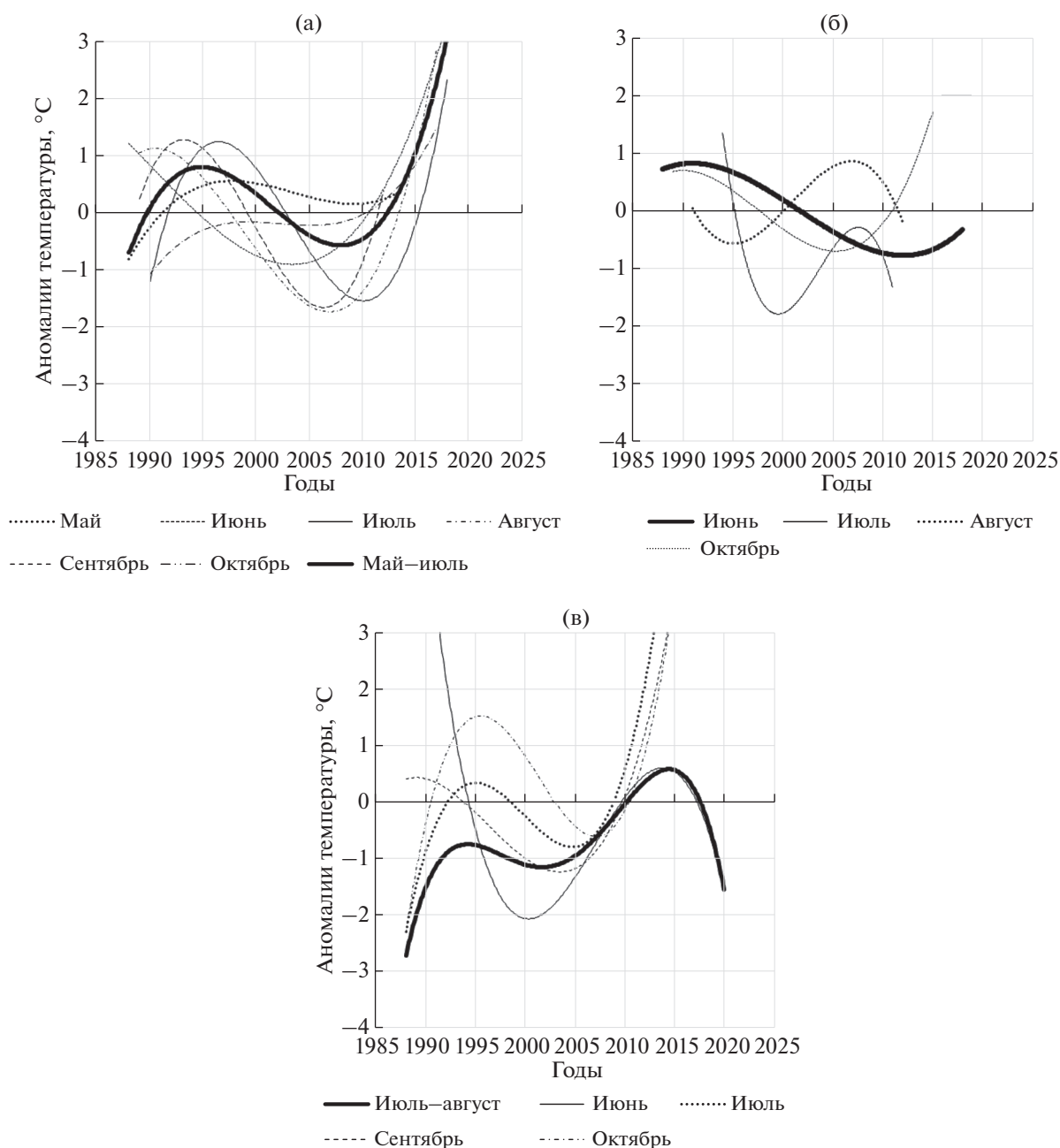


Рис. 5. Многолетняя динамика температуры воды в слое ВКС у восточного Сахалина по осредненным судовым наблюдениям в 1988–2020 гг., (а), (б), (в) – полигоны 2, 3, 4.

2019 гг. и затем новое потепление (рис. 4б). В августе–сентябре периодичность процесса вновь, как и на ранее проанализированных полигонах, имела обратный знак.

Температурный режим в верхней толще моря показал более растянутые циклы, что связано с увеличенным рядом наблюдений. Потепление определялось в период 1988–2002 гг., похолодание – в 2003–2018 гг., новое потепление намечалось после 2018 г. (рис. 5б). Все рассмотренные месяцы показывали сходную динамику с не-

большими изменениями временных диапазонов режима.

Еще один полигон у восточного побережья о. Сахалин включал гидрологический разрез зал. Луньский–море. Временной ряд данных, собранных на этом полигоне, демонстрировал существенное отличие внутригодовой динамики температуры, особенно по спутниковым наблюдениям (см. рис. 2, табл. 2). Общий диапазон ее изменения составлял от 0.1 до 17.3°C, т.е. в районе наблюдался более теплый термический режим по

сравнению с полигоном 3. Однако в слое ВКС в мае наблюдалась в среднемноголетнем плане отрицательная температура, что позволяет предположить завышение температурных характеристик на поверхности моря в ходе спутниковых наблюдений у северо-восточного Сахалина.

Долгопериодные изменения температуры на поверхности моря в среднем для мая–июля характерны теми же этапами, что были рассмотрены выше. Потепление наблюдалось в 1998–2006 гг., похолодание – в 2007–2017 гг., очередное потепление происходило после 2018 г. (рис. 4в). Что касается верхней толщи моря, то рассмотренные этапы были значительно смещены, потепление длилось с 1988 по 1997 гг., похолодание – в 1998–2005 гг., очередное потепление – с 2006 г. (рис. 5в). В последнем цикле переход на этап похолодания наблюдается с 2018 г.

3.3. Южные Курильские острова

В районе Южных Курильских островов температурный режим акватории прослежен на двух полигонах. Южный полигон, охватывающий Южно-Курильский пролив и находящийся под влиянием теплого течения Соя, продемонстрировал следующую внутригодовую изменчивость температуры (рис. 2, табл. 2). В поверхностном слое моря минимальная температура наблюдалась в марте, максимальная – в сентябре. Среднемесячная температура воды в слое ВКС в целом несущественно отличалась от ее поверхностного значения. Вместе с тем, в мае–июле верхняя толща воды здесь прогревалась значительно медленнее.

Многолетние аномалии температуры поверхности воды демонстрировали уже представленную выше картину чередования теплых и холодных периодов смены термического режима. Теплый период наблюдался в 1998–2007 гг., похолодание – в 2008–2017 гг., очередное потепление – с 2018 г. по настоящее время (рис. 6а). Судовые исследования в районе чаще всего проводились в сентябре–декабре, что не позволяет охарактеризовать весенне-летний период (май–июль) по аналогии с остальными районами. Данные указывают на то, что в период с 1997 по 2009 гг. наблюдались отрицательные аномалии, а в 2010–2014 гг. – положительные (рис. 7а). Охарактеризовать последующие годы не представляется возможным, но обращает на себя внимание сходство перехода от холодного к теплому этапу термического режима в конце 2000-х гг. в присахалинских полигонах и в Южно-Курильском проливе. Можно предположить, что режим последних лет на Южных Курилах был сходен с таковым у япономорских и охотоморских берегов Сахалина, а 2010-е гг. характеризуются очередным потеплением.

В океанских водах о. Итуруп (полигон 6) характер внутригодовой динамики температуры поверхностного слоя мало чем отличался от других исследованных районов (см. рис. 2, табл. 2). Минимальная температура наблюдалась в марте, максимальное значение характерно для августа. Ход температуры в ВКС сходен с таковым на поверхности, почти круглый год на глубине наблюдалась более холодная вода.

Многолетняя динамика температуры поверхности моря с океанской стороны о. Итуруп в мае–июле не отличалась от таковой в Южно-Курильском проливе (рис. 6б). В период 1998–2007 гг. отмечались положительные аномалии, в 2008–2017 гг. – отрицательные, и с 2018 г. вновь прослежены положительные аномалии температуры воды. Август и сентябрь при этом характеризовались обратной динамикой относительно более ранних месяцев. В толще ВКС имеющиеся данные характеризуют лишь период сентябрь–октябрь 2003–2012 гг. (рис. 7б). В 2003–2007 гг. наблюдались отрицательные аномалии, сменившиеся в 2008–2011 гг. положительными значениями. В 2012 г. вновь были отмечены заметные отрицательные аномалии. Учитывая обратный характер динамики температуры в августе–сентябре (октябре) относительно мая–июня, можно предположить, что при наличии полных данных долгопериодная динамика на поверхности и в толще моря была бы сходна с таковой в Южно-Курильском проливе.

3.4. Северные Курильские острова

На полигоне 7 с океанской стороны островов спутниковые наблюдения показывали, что общая амплитуда колебаний абсолютной температуры составляла 0,4–9,9°C, причем граничные значения наблюдались в марте и августе (см. рис. 2, табл. 2). Верхняя толща воды характеризовалась незначительными отклонениями в температуре от поверхности моря на протяжении октября–июня, но в июле–сентябре разница уже оказывалась существенной.

Многолетняя динамика поверхностной температуры воды имела весьма схожую картину с остальными полигонами – положительные аномалии наблюдались в 1998–2007 гг., отрицательные – в 2008–2017 гг., очередное потепление происходит с 2018 г. (рис. 6в). Картина изменения средней температуры в толще ВКС малоинформативна по причине значительных многолетних пропусков в судовых наблюдениях. Можно указать лишь то, что в середине 1990-х гг. наблюдались положительные аномалии температуры воды (рис. 7в). В остальные годы трудно выделить какие-либо определенные тренды.

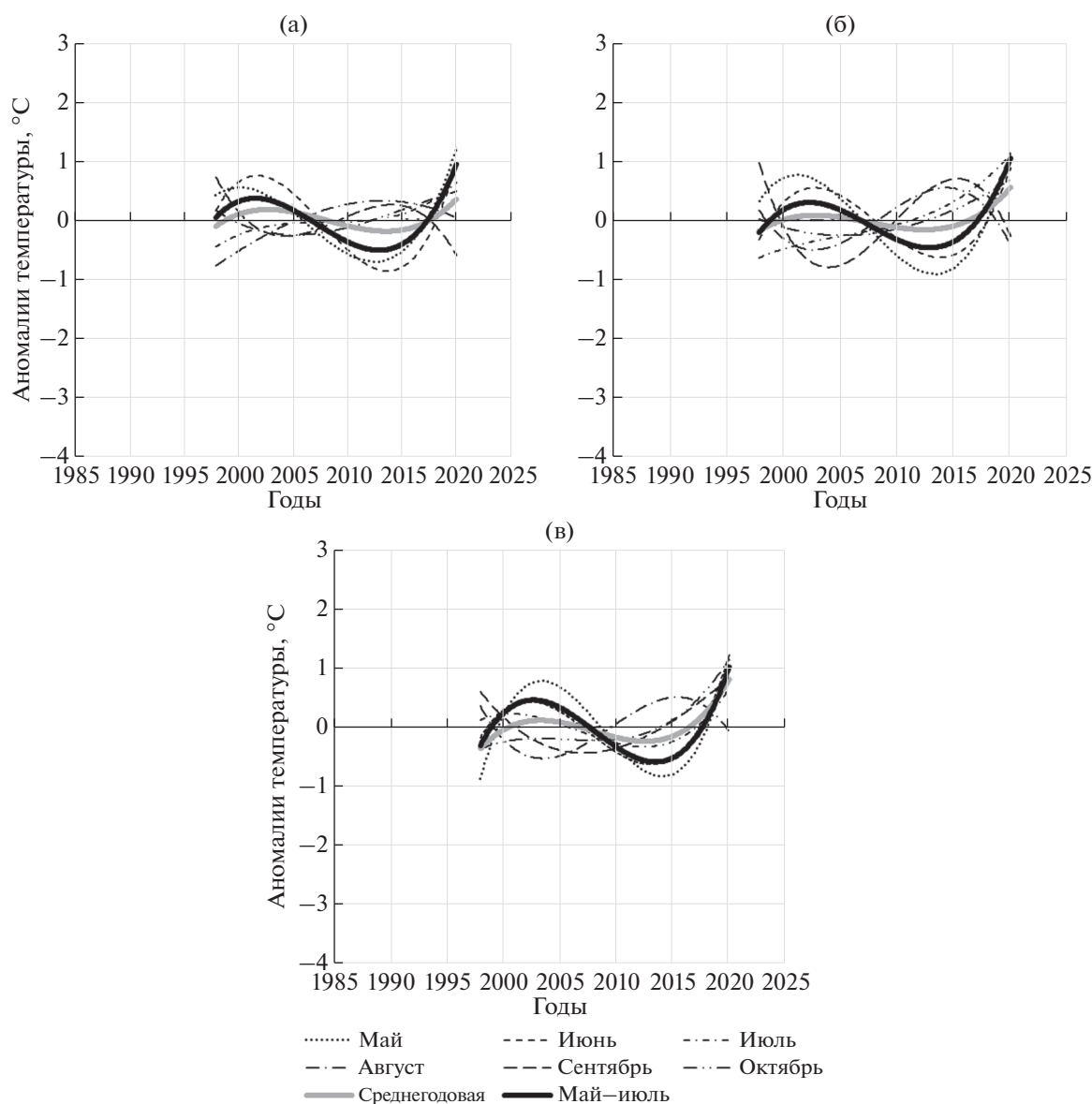


Рис. 6. Долгопериодная динамика поверхностной температуры воды у Курильских островов по осредненным спутниковым наблюдениям в 1998–2020 гг., (а), (б), (в) – полигоны 5, 6, 7.

4. ОБСУЖДЕНИЕ

Полученная информация свидетельствует о том, что наибольший прогрев поверхности моря, более 16°C , наблюдается в августе–сентябре в зонах воздействия теплых ветвей Цусимского течения – в юго-западных водах Сахалина, а также в Южно-Курильском проливе. Не уступает этим участкам прогрев поверхностных вод в северо-восточных водах Сахалина, достигая, по спутниковым наблюдениям, в среднемноголетнем плане максимальной величины 17.3°C . Это значение близко к верхнему пределу температуры поверхности моря, характерному для южной части Охотского моря в августе – 18°C [3]. Отмеченная

величина заметно превышает величину температуры поверхностного слоя, указанную ранее для северо-восточного Сахалина – около 13°C [6]. Еще ниже значение температуры воды на поверхности моря в августе по данным ГМС Комрво ($51^{\circ}11'$ с.ш.) – порядка 10 – 11°C [23]. Общий разброс фактических данных обусловлен заметными различиями в методике расчета средней температуры при оценке годового хода ее изменения на исследуемой акватории разными авторами. В то же время характер динамики годового цикла температуры воды на поверхности моря имеет значительные черты сходства во всем исследованном регионе. Наиболее холодным участком среди обследованных оказались тихоокеанские воды

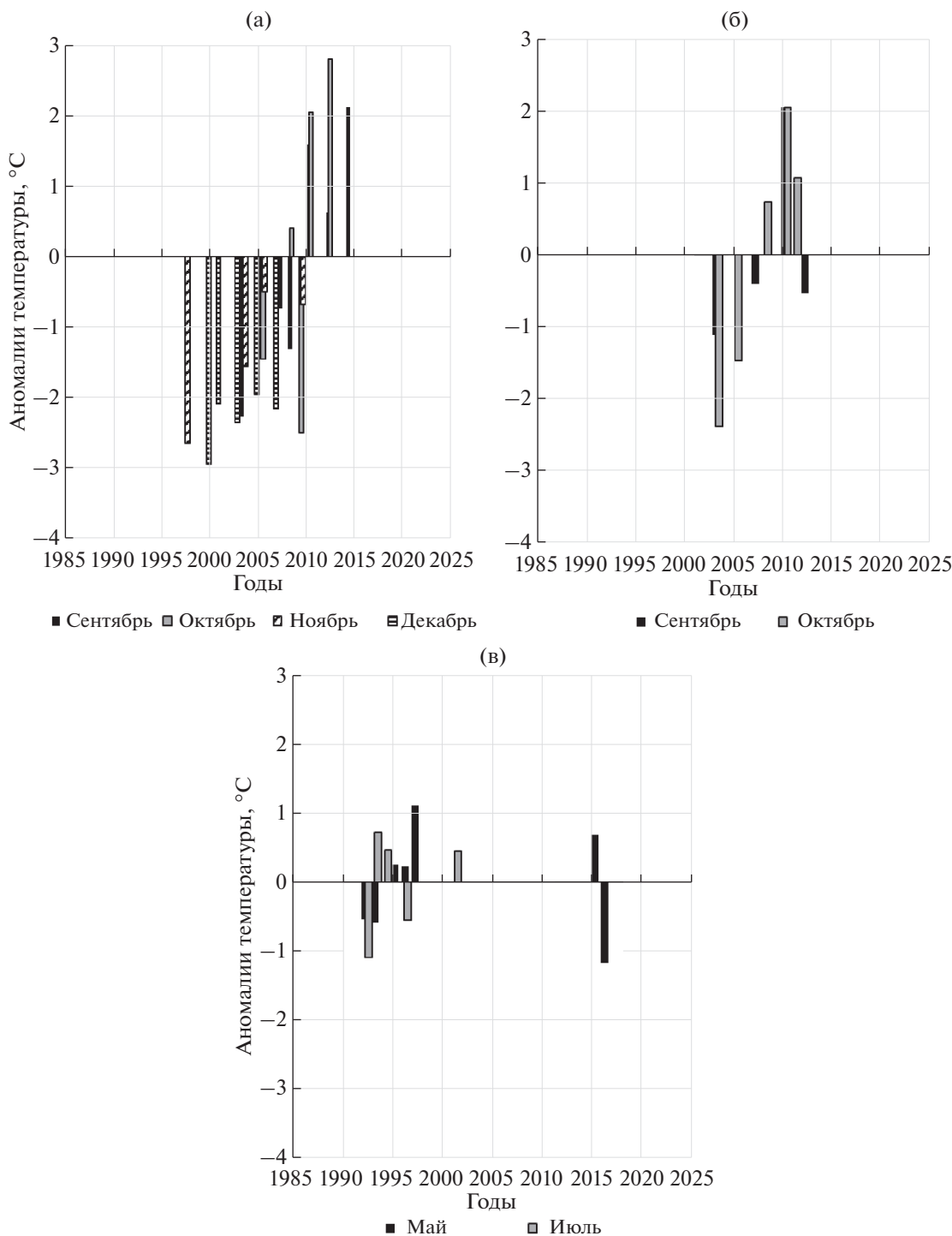


Рис. 7. Многолетняя динамика температуры воды в слое ВКС у южных Курильских островов по средненным судовым наблюдениям в 1988–2020 гг., (а), (б), (в) – полигоны 5, 6, 7.

Северных Курильских островов. Максимальная средняя температура в августе здесь не превысила 10°C. Минимальная среднемесячная температура воды на поверхности моря отмечалась на охотоморских полигонах о. Сахалин, достигая в январе–марте отрицательных значений –0.5...–1.5°C.

В слое ВКС наибольшая средняя температура воды наблюдается в западно-сахалинских водах и в Южно-Курильском проливе. В августе–сентябре в этих районах она почти равняется поверхностной температуре и достигает 16.5–16.7°C. В остальных районах она равна или существенно ниже уровня поверхностной температуры – раз-

ница составляет 0.3–9.4°C, и пик ее среднемесячных значений приходится на август–октябрь.

Долгопериодные изменения температуры воды на поверхности моря на разных участках Сахалино-Курильского региона, по спутниковым данным, показали единую динамику многолетних трендов на потепление и похолодание термического режима на протяжении 1998–2020 гг. Критическими для выживания большинства рыб умеренной зоны являются месяцы май–июль, соответствующие раннему этапу онтогенеза [19, 20, 22]. Изучение многолетних колебаний температуры воды в этот период во всем исследуемом районе показало, что в 1998–2006 гг. наблюдались преимущественно положительные аномалии, в 2007–2017 гг. – отрицательные и с 2018 г. – вновь положительные аномалии на поверхности моря. При этом пики положительных аномалий приходились на 2002 и 2020 гг., а отрицательных аномалий – на 2013 г.

Многолетние изменения термического режима в слое ВКС несколько отличаются от поверхностного горизонта, что, видимо, обусловлено более широким диапазоном наблюдений, охватывающим более чем 30-летний период 1988–2020 гг. В западносахалинских водах (полигон 1) первый этап потепления приходился на 1988–2006 гг., далее наблюдалось похолодание 2007–2017 гг. и новое потепление – с 2018 г. Таким образом, повторялась общая картина динамики термического режима на поверхности моря. Пики потепления приходились на 2000 и 2020 гг., похолодания – на 2013 г. В юго-восточных водах Сахалина (полигон 2) – потепление наблюдалось в 1990–2002 гг., похолодание – в 2003–2013 гг., очередное потепление – после 2015 г. Пики потепления приходились на 1995 и 2020 гг., похолодания – на 2007 г. Этот полигон характеризует собой юго-западный участок Охотского моря. Отдельные этапы периодизации здесь оказались сдвинуты на более ранние сроки, т.е. процессы потепления или похолодания в водах Охотского моря наступали несколько раньше, нежели в юго-западных водах Сахалина. Шевченко с соавторами [30] по спутниковым данным указывали, что для юго-восточного Сахалина потепление поверхностных вод наблюдалось в период 1998–2002 гг., похолодание – в 2011–2018 гг.

На полигонах 3 и 4 прослеживаются значимые отличия границ этапов периодизации. На полигоне 3 периодизация представлена следующим образом: теплый этап – 1988–2002 гг., холодный – 2003–2018 гг., очередной теплый этап наступал после 2018 г. Пик потепления прослеживается в 1992 г., пик похолодания – в 2013 г. Следует отметить, что тренд изменения среднемесячных температур в октябре больше соответствует картине динамики термического режима на южном

полигоне 2. Кроме того, схожие изменения прослеживаются на северном полигоне 4, где общий тренд характеризуется потеплением в 1988–1997 гг., похолоданием – в 1998–2005 гг. и очередным потеплением после 2006 г. В целом, у восточного Сахалина термический режим ВКС в пределах трех рассмотренных полигонов, по имеющимся данным, существенно варьирует, но присутствие двух периодов потепления вполне отчетливо прослеживается. На полигонах, находящихся у Курильских островов, имеющихся данных явно недостаточно для суждения об этапах периодизации термического режима.

Отмеченная разница в многолетней динамике термического режима вод в разные месяцы года выглядит необычно. В ранневесенние и осенние месяцы в исследованных участках Сахалино-Курильского региона долгопериодная динамика температуры воды на поверхности и в толще моря может отличаться относительно летних месяцев (май–июль) года. Известно, что в дальневосточных субарктических морях в многолетнем аспекте в осенне-зимне-весенний период термический режим может указывать на похолодание, тогда как в летний период наблюдается потепление [17, 28]. Объясняется этот феномен тем, что при постепенном сокращении площади льда в холодный период года усиливается зимняя конвекция и происходит заметно большее охлаждение толщи моря. Ситуация осложняется тем, что процессы потепления и похолодания могут наблюдаться одновременно в пространственно удаленных участках даже одного водоема, что отмечено для Охотского моря [18]. Эта информация требует дальнейшего анализа и наблюдений.

Насколько соответствуют полученные результаты исследований уже опубликованной информации по многолетним климатическим и океанографическим изменениям Японского и Охотского морей, а также северо-западной части Тихого океана?

По Tian et al. [46], в южной части Японского моря у берегов о. Хонсю, непосредственно в зоне влияния Цусимского течения, в конце 1980-х гг. наблюдалась отчетливая смена термического режима с похолодания на потепление, связанная с климатическими изменениями. Смена основных трендов океанологического режима в этот период привела к увеличению биомассы зоопланктона в южной части Японского моря у берегов о. Хонсю и Корейского полуострова [34, 38]. Наблюдалось значительное снижение общей биомассы сардины иваси, при этом биомасса демерсальных рыб у юго-западных берегов о. Хонсю, по всей видимости, не претерпела значительных изменений [46]. В северной части моря у западного побережья о. Сахалин ресурсы трески и минтая также отчетливо подвергались циклическим из-

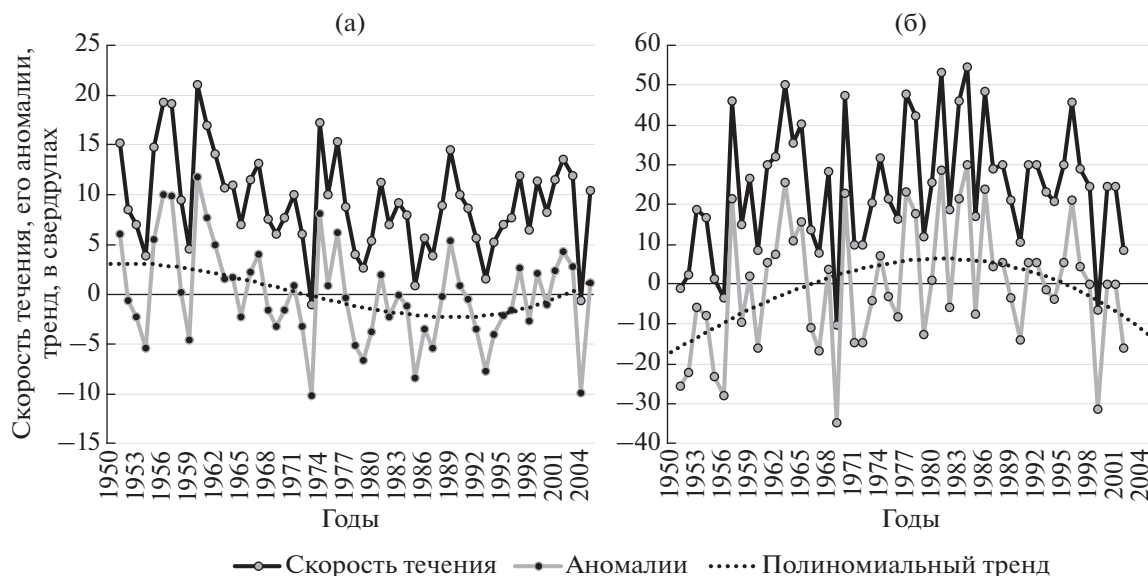


Рис. 8. Межгодовые вариации скоростей течений ВСТ (а) и ВКТ (б) (черная линия), их рассчитанные аномалии (серая линия) и полиномиальный тренд изменений (точечная линия), указано в свердзупах, построено по заимствованным данным [33].

менениям. Увеличение биомассы их стад наблюдалось в конце 1980-х—начале 1990-х гг., снижение — в конце 1990-х гг.—начале 2000-х гг. и новый рост — в конце 2010-х гг. [14]. Если принимать во внимание примерно 4–5-летний лаг, обусловленный временем между появлением на свет наиболее массовых поколений и их вступлением в промысловое стадо, то этапы увеличения стад совпадают с потеплением моря. Суммарная биомасса демерсальных рыб в западносахалинских водах повторяла изменения запасов большинства, в том числе наиболее массовых, видов рыб — минтая, трески, камбал, рогатковых бычков и остальных доминирующих групп [12].

Ледовитость Японского моря в многолетнем аспекте характеризовалась в общих чертах усилением в 1990-х гг. и уменьшением в 2000-х гг. [24]. Сравнение с представленной выше по спутниковым данным динамикой термического режима поверхности моря у юго-западного Сахалина показывает, что уменьшение (усиление) ледового покрова, видимо, коррелирует с похолоданием (потеплением) поверхностных слоев моря в мае—июле, что в многолетнем аспекте сопровождается пониженным (повышенным) уровнем общей биомассы рыб. Периодичность этих процессов в общих своих чертах совпадает, что может указывать на единый характер природных процессов, наблюдаемых в регионе.

Имеющаяся информация о межгодовой вариации переноса вод Восточно-Сахалинским течением (ВСТ) и Восточно-Камчатским течением/течением Ойясио (ВКТ/Ойясио) по данным 1951–2005 гг., рассчитанная на основе базы данных NOAA-CIRES Climate Diagnostic Center

NCEP/NCAR (Национальный центр по прогнозированию среды/Национальный центр атмосферных исследований) соответствует исследованному периоду лишь промежутком 1988–2005 гг. [1, 33]. Скорость переноса воды ВСТ в указанные годы имела положительные аномалии, т.е. холодное течение усиливалось (рис. 8). Этот процесс совпадает с трендом на похолодание термического режима в 1995–2005 гг., наблюдаемым по спутниковым и судовым наблюдениям на выбранных у восточного Сахалина полигонах 2, 3, 4.

Многолетние изменения температуры холодного промежуточного слоя (ХПС) у восточного Сахалина показали, что период потепления отмечался в 1978–1994 гг., затем он сменился похолоданием 1995–2008 гг., в 2009–2016 гг. вновь наблюдалось общее потепление ХПС [11, 18]. Отмечено, что для подповерхностных вод Охотского моря характерны долговременные циклы, которые имеют продолжительность около 30 лет. Эта периодизация весьма сходна с теми временными интервалами, которыми характеризуются этапы потепления и похолодания на выбранных в настоящей работе полигонах.

Многолетняя динамика интенсивности холодного течения ВКТ/Ойясио указывает на тренд снижения скорости переноса воды в период 1988–2002 гг. [33, 34, 43] (см. рис. 9). Выявленная тенденция может быть ассоциирована с постепенным потеплением вод в районе океанского побережья Курильских островов в эти годы (полигоны 5, 6, 7). С середины 1960-х по середину 1980-х гг., а также в последние десятилетия (с середины 2000-х и вплоть до конца 2010-х гг.) наблюдалось явное усиление течения Ойясио [40, 43].

Tian et al. [45] указывали на различие между многолетними трендами изменения термического режима в зонах влияния течений Ойясио и Цусимского. Если в конце 1980-х гг. в зоне Цусимского течения температурный режим изменялся от холодного к теплому этапу, то в зоне Ойясио, за которую была принята обширная акватория от океанского побережья о. Хоккайдо, по их мнению, на протяжении 1980–2006 гг. сохранялось похолодание.

В зоне действия течения Ойясио биомасса зоопланктона периодически менялась в многолетнем аспекте [36, 45, 47]. Низкий уровень биомассы прослеживался с конца 1970-х до начала 1990-х гг., высокий уровень наблюдался после 1993 г. и до начала 2000-х гг. (данные заканчиваются 2002 г.). Динамика фитопланктона в районе характеризовалась схожей периодичностью, демонстрируя ассоциированные фенологические изменения [34]. В теплые годы наблюдалась повышенная биомасса разных групп планктона и в целом наступало более раннее цветение фитопланктона, что улучшало кормовую базу для рыб на ранних стадиях развития [35, 44]. Для зоны Ойясио отмечена достаточно уверенная связь между индексом Тихоокеанской Осцилляции (PDO), поверхностной температурой воды, биомассой зоопланктона и фенологическими изменениями для фитопланктона (коэффициент корреляции $r = 0.66-0.84$) [35]. По индексу PDO смена термического режима в тихоокеанских водах североамериканского побережья от холодного этапа к теплому произошла в конце 1970-х гг., и потепление вод в целом длилось примерно до 2005 г. Последующее похолодание продолжалось до 2015 г. Установлено, что многолетние изменения средней температуры воды во всей северо-западной части Тихого океана на горизонтах 100 и 200 м также высоко коррелируют с динамикой индекса PDO ($r = -0.8$) [37].

В северо-западной части Тихого океана в верхнем 1000 м слое многолетняя изменчивость температуры воды характеризовалась положительными аномалиями в 1960–1974 гг., отрицательными – в 1975–1999 гг. и вновь положительными – в 2000–2014 гг. [2]. При этом т.н. фактор “провинциальности” вызывает разнонаправленность трендов изменения параметров температуры на разных участках общего региона. В период 1960–1974 гг., в то время как субтропические воды северо-западной части Тихого океана характеризовались аномально теплым состоянием, субарктические воды, в том числе воды Охотского моря, имели аномально холодное состояние. В 1975–2000 гг. на фоне общего похолодания район океанских вод Курильских островов, в том числе зоны Ойясио, а также воды у Западной Камчатки, потептели по сравнению с предыдущим периодом. В 2001–2014 гг. на фоне общего потепления

вышерассмотренные локальные зоны (Курило-Камчатского, Ойясио и Западно-Камчатского течений) претерпели похолодание, меняясь не в едином русле.

В районе южных Курильских островов термический режим может быть связан с ледовитостью Охотского моря [9]. Это касается не только Южно-Курильского пролива, но и океанских шельфовых вод о. Итуруп, которые оказываются отделены от вод холодного течения Ойясио, проходящего мористее изобат 400–500 м. Известно, что повышенная ледовитость моря была ранее отмечена в конце 1990-х–начале 2000-х гг. [9, 42]. Последующий период 2004–2017 гг. характеризовался низкой ледовитостью, так же как предыдущий период 1984–1997 гг. Подобная динамика вновь демонстрирует общую картину, при которой низкая ледовитость вполне согласуется с этапом похолодания поверхностного слоя в мае–июле, выявляемого по многолетнему термическому режиму вод на рассмотренных прикурильских полигонах.

Все вышеуказанные события во многом коррелируют с полученными в настоящем исследовании результатами, что позволяет принять общую периодизацию термического режима исследованных участков Сахалино-Курильского региона как смену этапов похолодания и потепления, характерным образом влияющую на состояние биологических сообществ и промысловых ресурсов.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, исследованные в пределах Сахалино-Курильского региона участки Японского, Охотского морей и прикурильских вод Тихого океана демонстрируют циклы климатических и океанографических изменений, в целом характерные и для остальных районов северо-западной Пацифики. При этом выявляются региональные особенности изменений термического режима вод, обусловленные природой прибрежных течений и влиянием локальных климатических условий. Выявленная периодичность многолетней динамики среды обитания морских рыб позволяет оценить характер и продолжительность современных изменений в структуре промысловых стад и предсказать с определенной уверенностью дальнейшие перспективы развития ситуации с их промышленной эксплуатацией.

Благодарности: Автор благодарит всех сотрудников СахНИРО, принимавших непосредственное участие в многочисленных экспедиционных исследованиях в Сахалино-Курильском регионе.

Источники финансирования. Работа выполнена в Сахалинском филиале ФГБНУ “ВНИРО” (“СахНИРО”) в рамках государственного задания 076-00002-21-00.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андреев А.Г., Шевченко Г.В.* Межгодовая изменчивость переноса вод Восточно-Камчатским и Восточно-Сахалинским течениями и их влияние на концентрация растворенного кислорода в Охотском море и тихоокеанской субарктике // *Метеорология и гидрология*. 2008. № 10. С. 70–79.
2. *Бышев В.И., Фигуркин А.Л., Анисимов И.М.* Современные климатические изменения термохалинной структуры вод СЗТО // *Изв. ТИНРО*. 2016. Т. 185. С. 215–227.
3. *Власова Г.А., Васильев А.С., Шевченко Г.В.* Пространственно-временная изменчивость структуры и динамики вод Охотского моря. М.: Наука, 2008. 259 с.
4. *Гаврина Л.Ю., Цхай Ж.Р., Шевченко Г.В.* Сезонная изменчивость концентрации хлорофилла-а в проливе Лаперуза по спутниковым и судовым измерениям // *Тр. СахНИРО*. 2005. Т. 7. С. 156–178.
5. *Гидрометеорология и гидрохимия морей*. Т. IX. Охотское море. Вып. 2. СПб: Гидрометеоздат, 1993. 167 с.
6. *Гидрометеорология и гидрохимия морей*. Т. IX. Охотское море. Вып. 1. СПб: Гидрометеоздат, 1998. 342 с.
7. *Гидрометеорология и гидрохимия морей*. Т. VIII. Японское море. Вып. 2. СПб: Гидрометеоздат, 2004. 266 с.
8. *Дьяков Б.С.* О циркуляции вод в Татарском проливе в весеннее время // *Изв. ТИНРО*. 2006. Т. 146. С. 205–212.
9. *Жигалов И.А., Лучин В.А.* Межгодовая изменчивость горизонтальной циркуляции вод северной части Охотского моря // *Изв. ТИНРО*. 2010. Т. 161. С. 212–228.
10. *Зуенко Ю.И.* Промысловая океанология Японского моря. Владивосток: ТИНРО-центр, 2008. 227 с.
11. *Зуенко Ю.И., Фигуркин А.Л., Матвеев В.И.* Современные изменения продукции промежуточных вод в Охотском море и их показателей // *Изв. ТИНРО*. 2018. Т. 193. С. 190–210.
12. *Ким Сен Ток.* Современная структура и тенденции в изменении ресурсов демерсальных рыб в западно-сахалинских водах // *Изв. ТИНРО*. 2007. Т. 148. С. 93–112.
13. *Ким Сен Ток.* Пространственное распределение и многолетняя динамика биомассы демерсальных рыб в зоне Восточно-Сахалинского течения, Охотское море // *Вопр. ихтиол.* 2014. Т. 54. № 6. С. 672–681.
<https://doi.org/10.1134/S0032945214060083>
14. *Ким Сен Ток.* Многолетняя динамика численности демерсальных видов рыб в западных и восточных водах Сахалина в 1983–2015 гг. на фоне общих климато-океанологических изменений последних десятилетий // *Тр. СахНИРО*. 2019. Т. 15. С. 3–20.
15. *Ким Сен Ток.* Многолетняя динамика запасов рыб в тихоокеанских водах северных Курильских островов в период 1980–2010-е гг. // *Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана*. 2019. Вып. 55. С. 174–187.
16. *Кляшторин Л.Б., Любушин А.А.* Циклические изменения климата и рыбопродуктивности. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. 235 с.
17. *Ложкин Д.М., Шевченко Г.В.* Тренды температуры поверхности Охотского моря и прилегающих акваторий по спутниковым данным 1998–2017 гг. // *Исследование Земли из космоса*. 2019. № 1. С. 55–61.
18. *Лучин В.А., Матвеев В.И.* Межгодовая изменчивость термического состояния холодного подповерхностного слоя Охотского моря // *Изв. ТИНРО*. 2016. Т. 187. С. 205–216.
19. *Микулич Л.В.* Икринки и личинки рыб из северной части Охотского моря // *Изв. ТИНРО*. 1959. Т. 47. С. 193–195.
20. *Мусяненко Л.Н.* Размножение и развитие рыб Берингова моря // *Тр. ВНИРО*. 1970. Т. 70. *Изв. ТИНРО*. 1970. Т. 72. С. 166–224.
21. *Никитин А.А., Данченков М.А., Лобанов В.Б., Юрасов Г.И.* Новая схема поверхностной циркуляции Японского моря с учетом синоптических вихрей // *Изв. ТИНРО*. 2009. Т. 157. С. 158–167.
22. *Перцева-Остроумова Т.А.* Размножение и развитие дальневосточных камбал. М.: АН СССР, 1961. 484 с.
23. *Пищальник В.М., Бобков А.О.* Океанографический атлас шельфовой зоны острова Сахалин. Ч. 1. Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 2000. 174 с.
24. *Пищальник В.М., Дорофеева Д.В., Минервин И.Г. и др.* Межгодовая динамика аномалий ледовитости Татарского пролива с 1882 по 2018 г. // *Изв. ТИНРО*. 2019. Т. 196. С. 114–122.
25. *Самко Е.В.* Фронтальные зоны течения Ойясио и их промыслово-экологическое значение. Дис. ... канд. биол. наук. СПб.: С-Петербург. гос. ун-т, 1992. 289 с.
26. *Цхай Ж.Р., Дудков С.П.* Результаты сравнения судовых и спутниковых данных о распределении температуры поверхности океана и хлорофилла-а в Охотском море. Математическое моделирование и информационные технологии в исследованиях биоресурсов Мирового океана: Тез. докл. (1–3 окт. 2007 г., Владивосток). Владивосток, 2007. С. 74–76.
27. *Цхай Ж.Р., Хен Г.В.* Сравнение спутниковых и судовых данных о концентрации хлорофилла-а в Охотском море и прилегающей акватории // *Исследование Земли из космоса*. 2016. № 1–2. С. 187–198.
28. *Шатилина Т.А., Цициашвили Г.Ш., Радченкова Т.В.* Оценка статистической значимости изменчивости температуры воды в Японском море и северо-западной части Тихого океана в 1982–2007 гг. // *Ресурсы колючего краба, перспективы использования и условия обитания в Охотском море*. Тр. СахНИРО. 2011. Т. 12. С. 180–190.
29. *Шевченко Г.В., Новиненко Е.Г.* База спутниковых данных по температуре поверхности Охотского моря. Мат. моделирование и информ. технологии в исследованиях биоресурсов Мирового океана (1–3 окт. 2007 г., Владивосток): Тез. докл. Владивосток, 2007. С. 74–76.
30. *Шевченко Г.В., Цхай Ж.Р., Частиков В.Н.* Океанологические условия на юго-восточном шельфе о. Сахалин по данным съемок на стандартных разре-

- зах и спутниковых наблюдений // Океанологические исследования. 2020. Т. 48. № 2. С. 51–68.
31. Юрасов Г.И., Яричин В.Г. Течения Японского моря. Владивосток: ДВО АН СССР, 1991. 174 с.
 32. Яричин В.Г. Состояние изученности циркуляции вод Японского моря // Тр. ДВНИГМИ. 1980. Вып. 80. С. 46–61.
 33. Andreev A.G. Interannual variations of the East-Kamchatka and East-Sakhalin Currents volume transports and their impact on the temperature and chemical parameters in the Okhotsk Sea. Proceedings of the Fourth Workshop on the Okhotsk Sea and Adjacent Areas // PICES Scientific Report. 2009. № 36. P. 21–27.
 34. Chiba S., Aita M.N., Tadokoro K. et al. From climate regime shifts to lower-trophic level phenology: Synthesis of recent progress in retrospective studies of the western North Pacific // Prog. Oceanogr. 2008. V. 77. P. 112–126.
<https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.03.004>
 35. Chiba S., Batten S., Sasaoka K. et al. Influence of the Pacific Decadal Oscillation on phytoplankton phenology and community structure in the western North Pacific // Geophysical Research Letters. 2012. V. 39. L15603.
<https://doi.org/10.1029/2012GL052912>
 36. Chiba S., Tadokoro K., Sugisaki H., Saino T. Effects of decadal climate change on zooplankton over the last 50 years in the western North Pacific // Global Change Biol. 2006. V. 12. P. 907–920.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01136.x>
 37. Joyce T.M., Dunworth-Baker J. Long-term hydrographic variability in the Northwest Pacific Ocean // Geophysical Research Letters. 2003. V. 30. № 2. P. 1043.
<https://doi.org/10.1029/2002GL015225>
 38. Kang Y.S., Jung S., Zuenko Y. et al. Regional differences in the response of mesozooplankton to oceanographic regime shifts in the northeast Asian marginal seas // Progress in Oceanography. 2012. V. 97–100. P. 120–134.
 39. Kono T., Kawasaki Y. Modification of the western subarctic water by exchange with the Okhotsk Sea // Deep-Sea Res. I. 1997. V. 44. P. 689–711.
 40. Kuroda H., Toya Y., Kakehi S., Setou T. Interdecadal variations of the Oyashio and extreme cold water events near the Japanese coast from the 1960s to the 2010s // Changing Asia-Pacific Marginal Seas. 2020. P. 217–244.
https://doi.org/10.1007/978-981-15-4886-4_13
 41. McQuarrie A.D.R., Tsai C.L. Regression and time series model selection. World Scientific, 1998. 455 p.
 42. Nakano T. The state of the western North Pacific during the 2016/2017 cold season // PICES Press. 2017. V. 25. № 2. P. 43–44.
 43. Nakanowatari T., Mitsudera H., Motoi T. et al. Multidecadal-scale freshening at the salinity minimum in the western part of North Pacific: importance of wind-driven cross-gyre transport of subarctic water to the subtropical gyre // J. Phys. Oceanogr. 2015. V. 45. P. 988–1008.
<https://doi.org/10.1175/JPO-D-13-0274.1>
 44. Platt T.C., Fuentes-Yaco, Frank K.T. Spring algal bloom and larval fish survival // Nature. 2003. V. 423. P. 398–399.
<https://doi.org/10.1038/423398b>
 45. Tadokoro K., Chiba S., Ono T. et al. Interannual variation in *Neocalanus* biomass in the Oyashio waters of the western North Pacific // Fisheries Oceanography. 2005. V. 14. P. 210–222.
 46. Tian Yo., Uchikawa K., Ueda Yu., Cheng J. Comparison on fluctuations in fish communities and trophic structures of ecosystems from three currents around Japan: synchronies and differences // ICES Journal of Marine Science. 2014. V. 71. № 1. P. 19–34.
<https://doi.org/10.1093/icesjms/fst169>
 47. Yatsu A., Chiba S., Yamanaka Ya. et al. Climate forcing and the Kuroshio/Oyashio ecosystem // ICES Journal of Marine Science. 2013. V. 70. № 5. P. 922–933.
<https://doi.org/10.1093/icesjms/fst084>

The Thermal Regime of Japan (East), Okhotsk Seas and Pacific Ocean Waters, Adjacent to Sakhalin and Kuril Islands

Sen Tok Kim[#]

*Sakhalin branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and oceanography (SakhNIRO),
Yuzhno-Sakhalinsk, 693023 Russian Federation*

[#]*e-mail: n.kim@sakhniro.ru*

Long-term dynamics of thermal regime of sea waters in Sakhalin-Kuril region is poorly studied. At the same time, external factors of the habitat are decisive in the formation of size and structure of commercial important hydrobionts stocks, the most abundant representatives of ecosystems. Data on the temperature of the water surface and the upper mixed layer of the sea were obtained in the course of ship and satellite long-term observations at the test sites located on the adjacent water area of the Sea of Japan, the Sea of Okhotsk and the Pacific Ocean. Regional features of changes in the thermal regime of waters, due to the nature of coastal currents and the influence of local climatic conditions, are revealed. Throughout the region, similar dynamics of long-term trends for warming and cooling of the thermal regime during 1998–2020 was traced.

Keywords: Sakhalin-Kuril region, water temperature, thermal regime, long-term dynamics