

VI МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ПРИРОДНЫЕ КАТАСТРОФЫ»

г. Южно-Сахалинск, Сахалинская область

12–16 октября 2026 г.



Ученые и специалисты, аспиранты и студенты обсудят актуальные теоретические и прикладные проблемы, которые волнуют научное сообщество не только Дальневосточного региона России. Среди этих проблем природные катастрофы, методы оценки их опасности и риска, современные технологии геофизического мониторинга в сейсмоактивных и цунамиопасных регионах а также взаимосвязи живых организмов и геосистем.

Приглашаем желающих выступить с докладами и принять участие в обсуждении.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОБСУЖДЕНИЙ

**Исследования Земли: ответ на вызовы природных и техногенных катастроф**

- Геологическое строение земной коры и структур различного масштаба
- Этапы и стадии развития земной коры и верхней мантии
- Вещественный состав геологических сред и объектов
- Поиск и прогнозирование месторождений полезных ископаемых

**Динамика моря и вопросы изменения климата**

- Поток вещества и энергии в гидросфере
- Генерация цунами и цунамиопасность
- Моделирование и прогноз морских опасных явлений
- Геолого-геоморфологические аспекты освоения морских побережий

**Живые системы и геологическая среда**

- Влияние природных и антропогенных факторов на живые организмы и экосистемы
- Адаптивные стратегии живых организмов
- Биологическое разнообразие и инвазии
- Анализ состояния экосистем по данным аэрокосмических исследований

**Шаг в науку: технологии и практика**

- Инженерные проекты и прототипы для мониторинга природных процессов
- Цифровые методы анализа геофизических и геоэкологических данных
- Моделирование природных опасностей и их последствий
- Междисциплинарные студенческие исследования

К началу работы конференции будут изданы тезисы докладов в авторской редакции. По материалам докладов будут опубликованы тематические выпуски журнала «Геосистемы переходных зон» (БС-2, входит в Перечень ВАК).

Регистрация участников осуществляется через форму на сайте конференции.

УСЛОВИЯ УЧАСТИЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ ВЗНОС** оплачивается при регистрации.

- Для аспирантов и молодых ученых до 35 лет **3500 РУБ.** • Для остальных участников конференции **5000 РУБ.** •
- Стоимость участия включает расходы на организацию мероприятий, кофе-брейки, оргнабор участника конференции •

• **ПРОЕЗД И ПРОЖИВАНИЕ** участники конференции оплачивают самостоятельно.

Рекомендуемые гостиницы г. Южно-Сахалинска (вблизи маршрутов общественного транспорта): Lenina Hotel, Монерон, Лотос, Панорама, Командор, Юбилейная.

• **ПРОГРАММА** будет разослана участникам, а также размещена на сайте конференции.

• **ЭКСКУРСИИ:** осмотр достопримечательностей города Южно-Сахалинска; посещение Ботанического сада; геологическая экскурсия.

Подробная информация о сроках подачи тезисов, требованиях к их оформлению, порядке и условиях участия в конференции и экскурсионных мероприятиях будет размещена на сайте конференции и в последующих информационных письмах.

КОНТАКТЫ ОРГКОМИТЕТА

Россия, 693022, г. Южно-Сахалинск, ул. Науки, д. 1 Б  
Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН  
Телефон/факс: 8 (4242) 79-15-17

**Web-страница конференции:**

<https://imggconf.ru>

**E-mail:** [info@imggconf.ru](mailto:info@imggconf.ru)

ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН



Дальневосточное отделение РАН



СФ ГС РАН



ФГБОУ ВО «СахГУ»



СКБ САМИ ДВО РАН



СахалинТех

САХАЛИНТЕХ САХГУ

Правительство Сахалинской области



МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:

**Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН.**

г. Южно-Сахалинск, ул. Науки, 1 Б.

Проезд автобусами 10, 62, 71, 21.

Остановка — «Институт морской геологии и геофизики».



## Значимые аномалии ТПО в северо-западной части Тихого океана по данным реанализа ERA5

Г. В. Шевченко<sup>1,2</sup>, Д. М. Ложкин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО), Южно-Сахалинск, Россия

<sup>2</sup> Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия

**Резюме.** Проанализированы данные реанализа ERA5 (температура поверхности океана, приземное атмосферное давление, скорость и направление ветра) за 1998–2023 гг. в северо-западной части Тихого океана и дальневосточных морях. Основной задачей исследования было определение статистических характеристик аномалий ТПО и характера пространственного распределения наиболее значительных из них. Рассмотрены также распределения приземного атмосферного давления и скорости ветра в период их формирования для оценки возможной роли метеорологических условий в отклонениях термических условий от нормы. Показано, что значительные события (отклонения фактических среднемесячных значений, превышающие удвоенную величину среднеквадратического отклонения на не менее чем 5 % площади изучаемой акватории) нередки. Отрицательные аномалии составляли около 9 %, а положительные 14 % от всех рассматриваемых ситуаций. Эти аномалии неравномерно распределены во времени: на начальном отрезке преобладали отрицательные, на заключительном – положительные. С 2003 по 2019 г. наблюдался период относительной стабильности термического режима. Метеорологические условия в период формирования аномалий ТПО также отличались от обычных, но механизм их влияния неясен. Аномалии потоков скрытого и явного тепла в большинстве случаев были сравнительно невелики и редко наблюдались в районах формирования значимых аномалий ТПО.

**Ключевые слова:** температура поверхности океана, аномалия ТПО, приземное атмосферное давление, скорость ветра, поток скрытого тепла, поток явного тепла, северо-западная часть Тихого океана

## Significant SST anomalies in the northwestern Pacific Ocean based on ERA5 reanalysis data

Georgy V. Shevchenko<sup>1,2</sup>, Dmitry M. Lozhkin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sakhalin Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (SakhNIRO), Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

<sup>2</sup> Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

**Abstract.** The ERA5 reanalysis data (ocean surface temperature, surface atmospheric pressure and wind speed and direction) for 1998–2023 in the northwestern part of the Pacific Ocean and the Far Eastern seas were analyzed. The main objective of the study was to determine the statistical characteristics of SST anomalies and the nature of the spatial distribution of the most significant ones. The distributions of surface atmospheric pressure and wind speed during their formation were also considered to assess the possible role of meteorological conditions in deviations of thermal conditions from the norm. We found that significant events (deviations of the actual average monthly values, which exceeded twice the value of the standard deviation by at least 5 % of the studied water area) are not rare. Negative anomalies accounted for about 9 %, and positive anomalies accounted for 14 % of all situations considered. These anomalies are unevenly distributed over time: negative anomalies predominated in the initial period, while positive anomalies prevailed in the final period. A period of relative thermal stability was observed from 2003

to 2019. Meteorological conditions during the formation of SST anomalies also differed from normal; however, the mechanism underlying their influence remains unclear. Anomalies in latent and sensible heat fluxes were, in most cases, relatively small.

**Keywords:** sea surface temperature, SST anomaly, surface atmospheric pressure, wind speed, latent heat flux, sensible heat flux, northwest Pacific Ocean

**Для цитирования:** Шевченко Г.В., Ложкин Д.М. Значимые аномалии ТПО в северо-западной части Тихого океана по данным реанализа ERA5. *Геосистемы переходных зон*, 2026, т. 10, № 1, с. 57–68. <https://doi.org/10.30730/gtr.2026.10.1.057-068>; <https://www.elibrary.ru/tkestg>

**For citation:** Shevchenko G.V., Lozhkin D.M. Significant SST anomalies in the northwestern Pacific Ocean based on ERA5 reanalysis data. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2026, vol. 10, No. 1, p. 57–68. (In Russ.). <https://doi.org/10.30730/gtr.2026.10.1.057-068>; <https://www.elibrary.ru/tkestg>

## Введение

В условиях меняющегося климата термические условия в традиционных областях промысла российских рыбодобывающих компаний Дальневосточного региона (северо-западная часть Тихого океана (далее СЗТО) и дальневосточные моря) утратили стабильность, что негативно влияет на численность и состояние популяций, а также формирование промысловых скоплений пелагических рыб. Наиболее ярким примером этого является смещение косяков сайры от южных Курильских островов в северном направлении, что привело к снижению ее уловов, но зато в этом районе возросла добыча сардины [1]. Считается, что потепление океана привело к снижению численности такого важного для экономики региона вида, как горбуша. Эти обстоятельства определяют интерес к изучению пространственно-временной изменчивости температуры поверхностного слоя океана как важного фактора, влияющего на состояние популяций промысловых рыб [2]. В частности, к формированию значительных по величине и наблюдающихся на существенной части площади изучаемой акватории аномалий температуры поверхности океана (ТПО). В данном районе существенные отклонения термических условий в поверхностном слое от нормальных наблюдаются нередко [3, 4]. В последнее время возрос интерес к аномалиям специфического характера, которые можно отнести к «морским волнам тепла» [5, 6]. Они выявлены и в районе п-ова Камчатка [7].

Формирование значительных аномалий может быть связано с двумя основными причинами: 1) вариациями транспорта теплой воды режимообразующим течением Куроисио и его япономорской ветвью – Цусимским течением, 2) особенностями метеорологических условий (прежде всего ветровых), определяющих в значительной мере характер взаимодействия между атмосферой и океаном.

Интересно, что ряд исследований был посвящен противоположно направленным процессам, а именно влиянию аномалий температуры в поверхностном слое океана на атмосферную циркуляцию [8–10]. Вообще интерес к взаимному влиянию значительных отклонений от нормы в нижнем слое атмосферы и в океане сформировался достаточно давно [11], тем не менее и сейчас этот вопрос достаточно актуален.

Характер пространственного распределения приземного атмосферного давления над Дальним Востоком во многом определяет погодные условия в регионе – тип атмосферной циркуляции и температуру атмосферного воздуха, а также термические условия в поверхностном слое воды в дальневосточных морях и прилегающей северо-западной части Тихого океана. Поэтому исследованию пространственно-временной изменчивости метеорологических полей посвящен ряд работ специалистов рыбопромысловой науки [12–16]. В этих работах рассматриваются преимущественно особенности отдельных лет, когда гидрометеорологические условия в регионе отличались от типичных, а также предприняты попытки

поиска закономерностей в межгодовых вариациях приземного атмосферного давления.

Взаимосвязь между пространственно-временными вариациями этого параметра и температурой поверхности Охотского моря и прилегающих акваторий проанализирована в работе [17], в которой для этой цели применялось разложение соответствующих полей по естественным ортогональным функциям (ЕОФ). Было показано, что отрицательные аномалии у юго-восточного побережья о. Сахалин, послужившие причиной задержки выпуска молоди с лососевых рыболовных заводов, сформировались из-за необычного характера пространственного распределения приземного атмосферного давления и атмосферной циркуляции (летний муссон был ослаблен). Аналогичные примеры приведены в [18]. В настоящее время для подобных исследований можно использовать материалы реанализов, которые представлены на различных порталах, в частности таких популярных, как Copernicus и NCEP. Данная работа основана на данных реанализа ERA5 по температуре поверхности океана, приземному атмосферному давлению и скорости ветра за 1998–2023 гг.

Главной целью было определить статистические характеристики и пространственное распределение значительных аномалий температуры поверхности океана в северо-западной части Тихого океана и выявить метеорологические факторы, влияющие на их формирование. В частности, была поставлена задача рассмотреть особенности поля ветра при экстраординарных термических условиях в поверхностном слое воды в изучаемом районе. Мы исходили также из предположения, что ветровое воздействие на поверхность океана может отражаться в потоках скрытого и явного тепла, так как эти элементы теплового баланса существенно зависят от его силы.

## Материалы и методы исследования

Для характеристики поля гидрометеорологических параметров использовались данные реанализа ERA5 за 1998–2023 гг. о при-

земном атмосферном давлении, проекциях векторов скорости ветра на параллель и на меридиан и температуре поверхности океана. Рассматриваемая область была ограничена координатами 35–60° с.ш. и 130–180° в.д., пространственное разрешение четверть градуса, дискретность по времени 1 мес. Применялись стандартные методы статистического анализа: построение усредненных распределений для различных месяцев года, расчет среднеквадратических отклонений и экстремальных значений для каждой пространственной ячейки изучаемой области. Выделение наиболее значимых аномалий проводилось по методике, описанной в статье [21]. В каждой пространственной ячейке области для каждого момента времени (месяца и года) разность между текущим и средним многолетним значениями (аномалия) сравнивалась с удвоенной величиной среднеквадратического отклонения. Если значение параметра отклоняется от нормы более чем на  $2\sigma$ , то, исходя из естественного предположения о соответствии распределения отклонений нормальному закону, можно говорить об экстраординарности ситуации. Если ячеек, в которых наблюдается такая ситуация, достаточно много (аномалия отмечена на существенной части изучаемой акватории), то можно говорить об экстремальных термических условиях в изучаемом районе в данный момент времени.

Проведена оценка статистических характеристик положительных и отрицательных аномалий, отдельно рассмотрены ситуации, когда площадь, занимаемая значительной аномалией, превышала 10 % от площади изучаемой акватории. Для них также отобраны и проанализированы пространственные распределения поля приземного атмосферного давления и скорости ветра, визуально оценены их отклонения от средних многолетних значений. Рассмотрены данные об аномалиях потока скрытого и явного тепла в анализируемый промежуток времени, рассчитанные ранее [19, 20].

Влияние метеорологических факторов на формирование отклонений термических условий от типичных анализировалось качественно, методика количественной оценки пока в стадии разработки.

## Результаты и обсуждение

### Статистические характеристики аномалий ТПО

Общая характеристика сезонных и межгодовых вариаций ТПО в рассматриваемом регионе была дана в работе [3], поэтому сразу начнем с анализа термических условий, существенно отличавшихся от обычных. Результаты расчета по описанной выше методике представлены на рис. 1 в виде гистограммы, отражающей долю площади изучаемого района, занятую отрицательными и положительными аномалиями для каждого момента времени.

Из рисунка видно, что значимые аномалии (к таковым относились занимавшие не менее 5 % площади рассматриваемой акватории) наблюдались неравномерно в течение анализируемого периода. На начальном отрезке преобладали отрицательные отклонения от нормы, в особенности в 1999 г. (превышали 5% порог с мая по сентябрь включительно) и 2001 г. (с января по октябрь, исключая апрель). Всего таких ситуаций было 29 из 312 мес. (9 %).

Затем продолжительное время система находилась в более устойчивом состоянии. С 2003 по 2019 г. только однажды – в ноябре

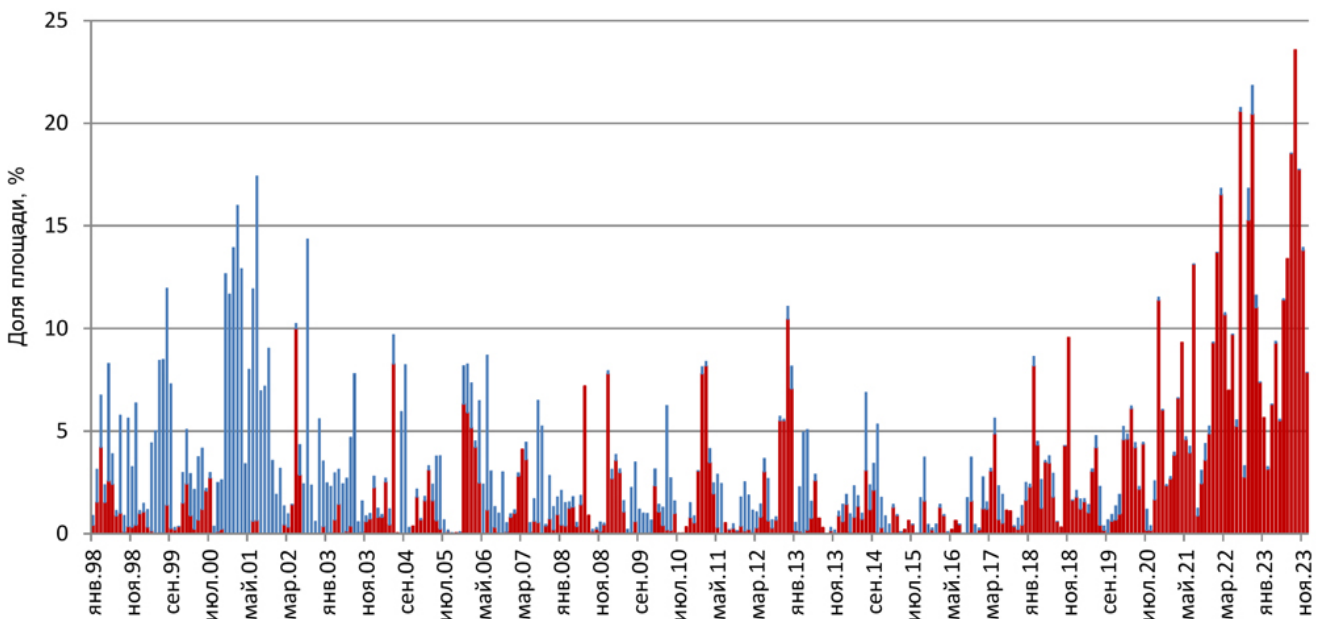
2012 г. – наблюдалась положительная аномалия на более чем 10 % площади района. С 2020 г. устойчивость нарушилась, и значимые положительные аномалии отмечались гораздо чаще, что, вероятно, можно рассматривать как проявление глобального потепления в СЗТО. Ситуаций, когда площадь положительной аномалии превышала 5 % площади изучаемой области, было больше – 44 (повторяемость 14 %). В 2022–2023 гг. подобные явления наблюдались почти круглогодично, в 2022 г. исключение составил февраль, в 2023 – август.

Рассмотрим детально экстраординарные события, когда доля площади превышала 10 % (см. таблицу).

### Анализ экстраординарных ситуаций

Прежде чем приступить к анализу наиболее значительных событий, которые можно характеризовать как «термические катастрофы» [22], рассмотрим характерные поля метеорологических параметров в различные сезоны года, чтобы сравнить их с метеорологическими условиями в период, когда наблюдались аномалии ТПО.

На рис. 2 представлены среднемесячные векторы скорости ветра, наложенные на пространственное распределение приземного



**Рис. 1.** Доля площади изучаемого района (в %), занятая отрицательными (синие фигуры) и положительными (красные) аномалиями ТПО, превышающими величину  $2\sigma$ .

**Fig. 1.** The percentage of the study area occupied by negative (blue) and positive (red) SST anomalies exceeding  $2\sigma$ .

**Таблица.** Время возникновения значительных положительных и отрицательных аномалий ТПО в СЗТО и доля площади изучаемого района ( $S$ , %), занятая ими

**Table.** The time of occurrence of significant positive and negative SST anomalies in the NW Pacific Ocean and the percentage of the study area ( $S$ , %) occupied by them

Год	Месяц	$S$ , %
<i>Положительные (positive) аномалии</i>		
2012	11	10.46
2020	10	11.37
2021	7	13.13
2022	1	13.70
2022	2	16.52
2022	3	10.67
2022	7	20.58
2022	9	15.27
2022	10	20.44
2022	11	11.03
2023	6	11.38
2023	7	13.38
2023	8	18.53
2023	9	23.55
2023	10	17.74
2023	11	13.81
<i>Отрицательные (negative) аномалии</i>		
1999	8	10.58
2000	11	12.65
2000	12	11.66
2001	1	13.93
2001	2	15.99
2001	3	12.88
2001	6	11.32
2001	7	16.79
2002	8	14.35

атмосферного давления, для различных сезонов года: зимы (январь), весны (апрель), лета (июль) и осени (октябрь). Они характеризуют известные особенности сезонной пространственно-временной изменчивости метеорологических полей над северо-западной частью Тихого океана [23].

Зимой атмосферную циркуляцию над северо-западной частью Тихого океана в основном определяет наличие мощного крупномасштабного минимума приземного атмосферного давления – Алеутской депрессии, центр которой, как отмечалось выше, находится в центральной части Алеутской островной дуги. Вокруг этого минимума формируется циклонический круговорот, который определяет воздушные потоки не только над СЗТО, но и над дальневосточными морями (зимний муссон). Это сильные и устойчивые ветры, во многом определяющие взаимодействие между атмосферой и океаном (влияют на формирование потоков скрытого и явного тепла и иные процессы).

Весной градиенты приземного атмосферного давления невелики, атмосферная циркуляция не выражена. В несколько меньшей степени это относится к метеорологическим условиям в осенний период: скорости ветра выше, чем весной. Летом над Азией формируется область низкого давления, а в юго-восточной части изучаемой области сказывается влияние Гонолульского максимума. Над акваторией формируются воздушные потоки, ориентированные на север, северо-запад и северо-восток.

Обратимся теперь к анализу конкретных ситуаций. Рассмотрим вначале термические и метеорологические условия, сложившиеся в ноябре 2000 г. В этот период площадь, занимаемая отрицательной аномалией, не была самой большой (см. таблицу), но с него начинается серия значимых отклонений от нормы, продолжающаяся по март 2001 г. включительно.

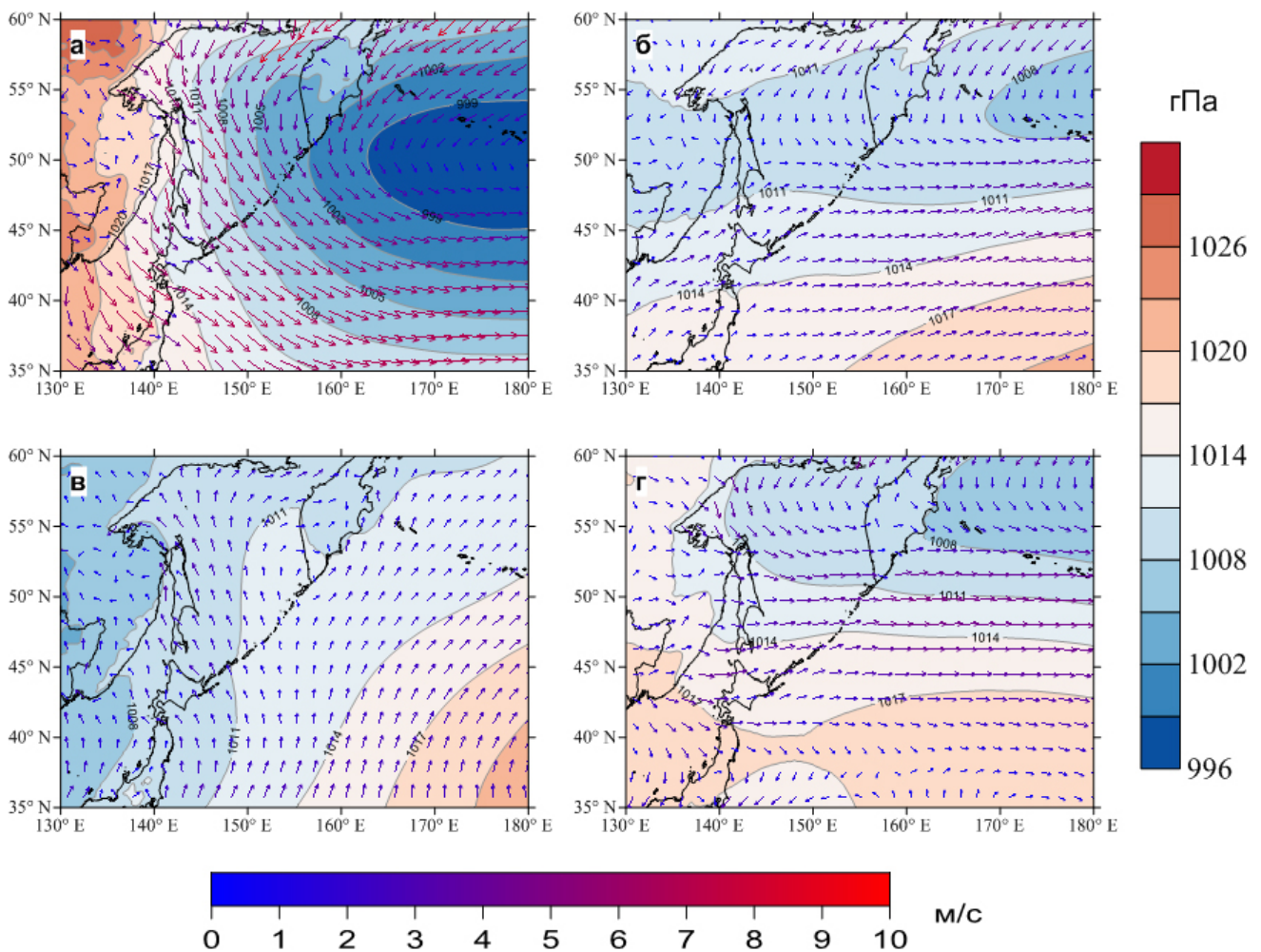
В ноябре 2000 г. отрицательные аномалии величиной 2–4 °С (это немало для ноября) наблюдались на значительной части СЗТО и в южной части Охотского моря (рис. 3). Эта ситуация важна еще и тем, что отрицательные отклонения от нормы сохранялись до марта 2001 г.

Алеутская депрессия в этот период была выражена гораздо сильнее, чем обычно, и ее центр находился южнее своего характерного положения (в ноябре обычно этот центр действия атмосферы находится еще над Беринговым морем). Сибирский максимум давления над материком также проявился интенсивнее, и его влияние распространялось дальше на восток. Соответственно, ветер был гораздо сильнее, чем характерно для ноября, и над южной частью области был не западным или запад-северо-западным, а, скорее, северо-западным. Вероятно, это обстоятельство привело к более существенному выхолаживающему влиянию (другой причиной могло быть также ослабление течения Курисио и его япономорской ветви – Цусимского течения, либо оба

фактора воздействовали на термические условия в поверхностном слое СЗТО).

Отрицательные аномалии ТПО отмечены в полосе, которая начинается в юго-западной части Охотского моря и в прибрежных районах о. Хоккайдо и, постепенно расширяясь, протягивается к юго-восточному краю изучаемой области. Такая картина хорошо согласуется с упомянутым выше возможным эффектом усиления ветра по южной периферии Алеутской депрессии.

На основе материалов, проанализированных ранее [19, 20], нами было построено пространственное распределение аномалий потока скрытого и явного тепла в ноябре 2000 г. (рис. 4). Действительно, более высокие по сравнению с типичными для



**Рис. 2.** Пространственное распределение среднего многолетнего поля приземного атмосферного давления и скорости ветра (показано векторами) в январе (а), апреле (б), июле (в) и октябре (г).

**Fig. 2.** Spatial distribution of the average long-term field of surface atmospheric pressure and wind speed (shown as vectors) in January (a), April (б), July (в), and October (г).

рассматриваемого периода скорости ветра привели к увеличению отдачи тепла из поверхностного слоя океана в атмосферу. В то же время пространственные распределения аномалий ТПО и скрытого тепла заметно различаются. В частности, в южной части Охотского моря и прикурильском районе теплообмен между атмосферой и океаном был на среднем многолетнем уровне, что указывает на сложный характер влияния атмосферных процессов на вариации теплосодержания поверхностного слоя воды. Роль потока явного тепла в теплообмене между атмосферой и океаном в целом меньше, в данном случае аномалии этого параметра наблюдались на северном шельфе Охотско-

го моря и у восточного побережья о. Сахалин и п-ова Камчатка, т.е. очень далеко от области проявления аномалии ТПО.

Следует отметить, что важную роль в формировании аномалий ТПО в СЗТО могут играть межгодовые вариации интенсивности течения Куроисио. По мнению китайских ученых [24], именно этот фактор является основным в изменчивости термического режима во внутренних морях северо-западной Пацифики (Желтом и Восточно-Китайском), но данными о вариациях адвекции теплой воды в СЗТО в данный момент мы не располагаем. Однако только часть области, в которой сформировались аномалии ТПО, находится в зоне влияния

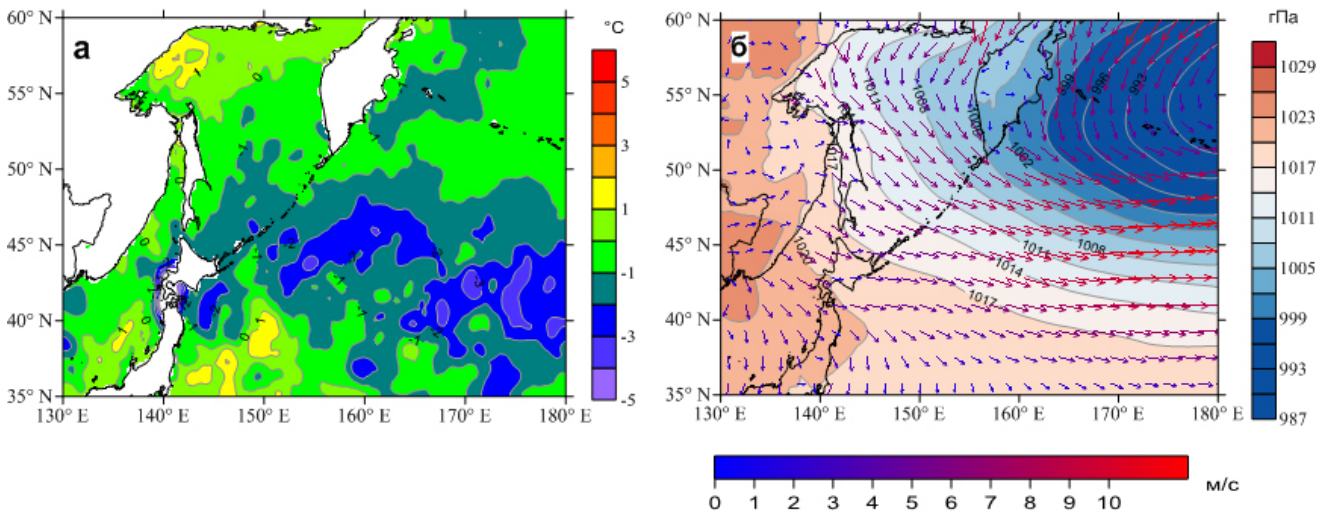


Рис. 3. Пространственное распределение аномалий ТПО (а), а также поля приземного атмосферного давления и скорости ветра (б) в ноябре 2000 г.

Fig. 3. Spatial distribution of SST anomalies (a), as well as the fields of surface atmospheric pressure and wind speed (b) in November 2000.

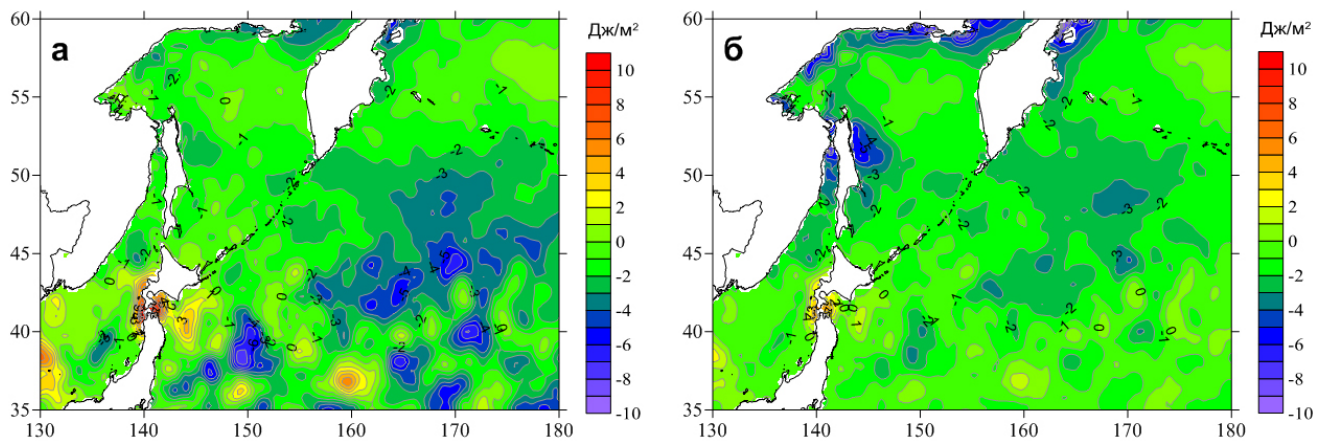


Рис. 4. Пространственное распределение аномалий потока скрытого тепла (а) и потока явного тепла (б) в ноябре 2000 г.

Fig. 4. Spatial distribution of anomalies in latent heat flux (a) and sensible heat flux (b) in November 2000.

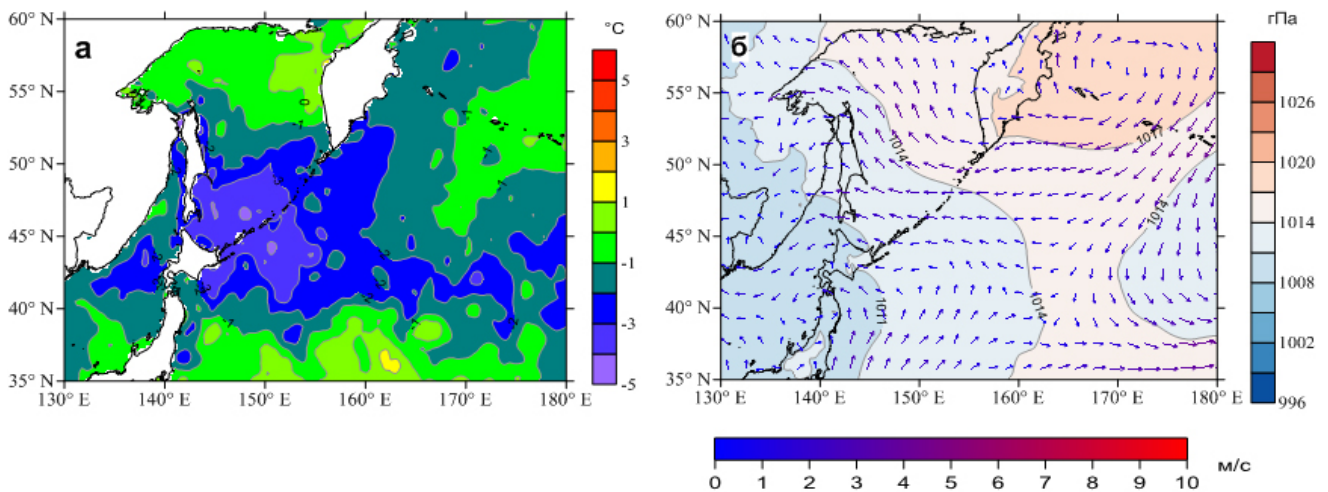
Курисио. Это говорит о том, что вопрос формирования значимых отклонений термического режима от средних многолетних значений не имеет простого объяснения.

В августе 2002 г. наблюдалась значительная отрицательная аномалия ТПО: отклонения от средних многолетних значений в южной части Охотского моря и прилегающей к Курильским островам акватории СЗТО составляли 4–5 °С (рис. 5). Эта ситуация уже рассматривалась ранее в работах [17, 21] для акватории Охотского моря, здесь изучается ее пространственное распределение в более обширной области. Ранее было установлено, что одной из основных причин формирования этой аномалии была необычно плотная облачность в районе Курильской островной гряды. Распределение приземного атмосферного давления существенно отличалось от типичного для данного месяца. Зона высокого давления, обычно наблюдающаяся на юго-восточной периферии изучаемой области (Гонолульский максимум), отсутствовала, вместо нее сформировалась область высокого давления в северо-восточной части, к востоку от Камчатки. Соответственно, характер воздушных потоков также совершенно отличался от ветров юго-западного и юго-восточного румбов, типичных для летнего муссона (летний муссон как таковой отсутствовал в регионе). Эти необычные метеоусловия могли привести к формирова-

нию особенно плотной облачности над Охотским морем и прилегающей к Курильским островам частью СЗТО.

Отметим, что эти аномалии наблюдались в целом севернее зоны действия течения Курисио, поэтому роль вариаций его интенсивности вряд ли была существенной. Значимых аномалий потоков скрытого и явного тепла также не было отмечено. Вероятно, наблюдался только дефицит солнечной радиации.

Рассмотрим теперь примеры положительных аномалий ТПО. В июле 2022 г. отличия распределения приземного атмосферного давления от обычного были сравнительно невелики. Они заключались главным образом в более высоких значениях параметра в северной части изучаемой области. Это привело к формированию двух антициклонов: одного над акваторией Охотского моря, второго над Беринговым морем, с центром в районе Алеутской островной гряды (рис. 6). В зоне влияния этих антициклонов и сформировались значимые положительные аномалии температуры поверхностного слоя воды: до 4–5 °С в центральной части Охотского моря и в Карагинском заливе Берингова моря. Эти области не испытывают непосредственного воздействия течения Курисио, поэтому его возможное влияние вряд ли стоит рассматривать. Значимых аномалий элементов теплового баланса также не было отмечено.



**Рис. 5.** Пространственное распределение аномалии ТПО (а), а также поля приземного атмосферного давления и скорости ветра (б) в августе 2002 г.

**Fig. 5.** Spatial distribution of the SST anomaly (a), as well as the fields of surface atmospheric pressure and wind speed (b) in August 2002.

Совсем нетипичными были метеоусловия над СЗТО в августе 2023 г. Область высокого давления, обычно занимающая небольшую часть на юго-востоке изучаемого района, была смещена на запад, до меридиана 155° в.д. (рис. 7). На северо-востоке установилась зона низкого давления, что нехарактерно для теплого сезона. В южной части акватории СЗТО (к югу от параллели 42° с.ш.) атмосферная циркуляция еще была близка к картине, наблюдающейся при летнем муссоне, особенно в западных районах. Однако на основной части направление воздушных потоков было су-

щественно отклонено на восток по сравнению с обычным. Над Охотским морем сформировался нечетко выраженный антициклон.

При этом значительные положительные аномалии сформировались южнее, в зоне влияния теплого течения Куроисио, а также между ней и Курильскими островами и в восточной части Японского моря, где действует теплое Цусимское течение. Область с более высоким прогревом поверхностного слоя воды отмечена в северной части Охотского моря. Нелегко с уверенностью указать причину этого явления, в частности его нельзя полностью объяснить

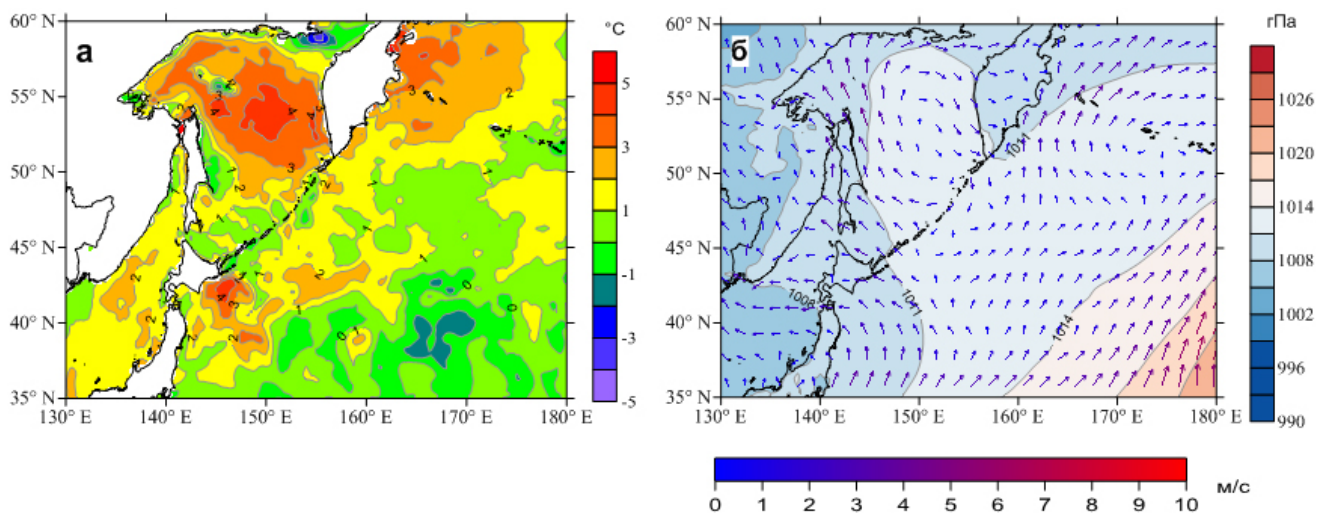


Рис. 6. Пространственное распределение аномалий ТПО (а), а также поля приземного атмосферного давления и скорости ветра (б) в июле 2022 г.

Fig. 6. Spatial distribution of the SST anomalies (a), as well as the fields of surface atmospheric pressure and wind speed (b) in July 2022.

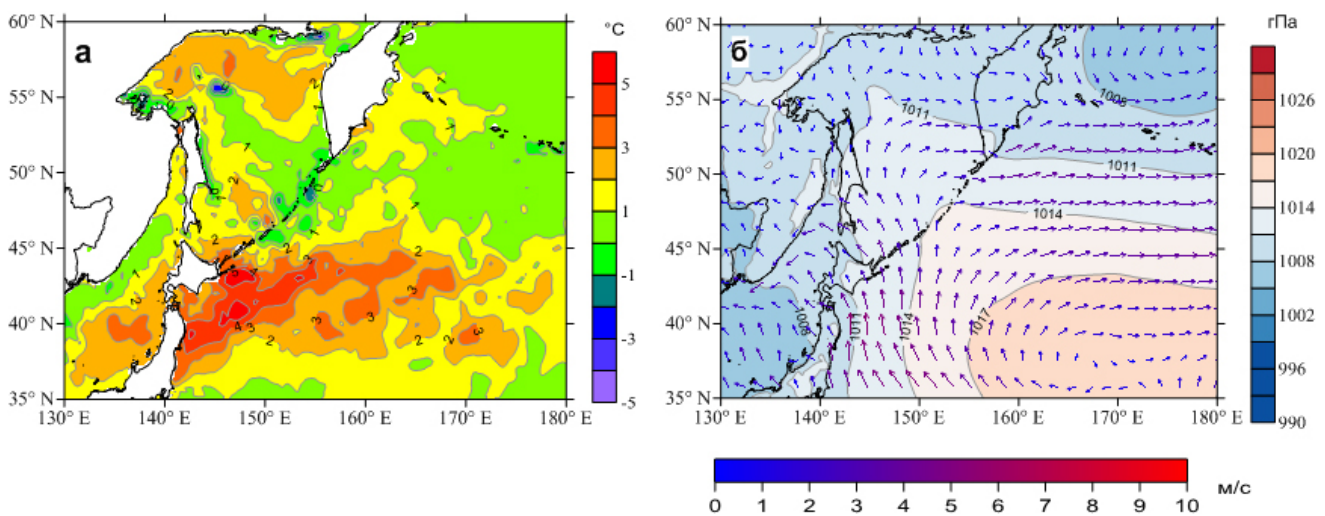


Рис. 7. Пространственное распределение аномалий ТПО (а), а также поля приземного атмосферного давления и скорости ветра (б) в августе 2023 г.

Fig. 7. Spatial distribution of the SST anomaly (a), as well as the fields of surface atmospheric pressure and wind speed (b) in August 2023.

высокой интенсивностью течения Куроиси, хотя, вероятно, именно это обстоятельство сыграло определяющую роль в формировании аномалий ТПО. Но, возможно, сложившаяся синоптическая ситуация также способствовала теплым условиям в СЗТО. В частности, такой характер атмосферной циркуляции мог привести к уменьшению влияния облачности в центральной части изучаемого района.

## Заключение

Выполненный анализ данных реанализа ERA5 по температуре поверхности океана показал, что значительные аномалии параметра (к таковым относились ситуации, когда отклонения от средних многолетних значений превышали величину среднеквадратического отклонения не менее чем на 5 % площади региона) достаточно часто наблюдаются в северо-западной части Тихого океана и дальневосточных морях. За период с 1998 по 2023 г. зафиксировано 29 отрицательных и 44 положительных аномалий (9 и 14 % из общего числа анализируемых месячных интервалов). Нередки и экстраординарные ситуации, когда доля площади, на которой наблюдались значимые отклонения от нормы, превышала 10 % (9 случаев для отрицательных и 16 для положительных аномалий).

Подобные нарушения термического режима неравномерно распределены во времени. На начальном отрезке преобладали отрицательные аномалии, затем наступил период относительной стабильности (2003–2019 гг.), после чего стало резко нарастать число положительных аномалий. Подобная динамика в СЗТО и Беринговом море, очевидно, связана с наличием тенденции к повышению ТПО, в Охотском и Японском морях она не выражена [3].

Наиболее значимые события проявлялись в различных частях изучаемой области, но чаще всего в центральной части СЗТО, что может быть связано с влиянием межгодовых вариаций интенсивности теплого течения Куроиси. Экстраординарные события наблюдались обычно при существенных отклонениях пространственного распределения полей призем-

ного атмосферного давления от характерного для рассматриваемых интервалов времени. Однако механизм влияния метеорологических условий на формирование аномалий ТПО неясен, методика количественной оценки такого воздействия пока не разработана. За редким исключением, в зонах формирования значимых аномалий ТПО для соответствующих месяцев не выявлено существенных отклонений от средних многолетних значений элементов теплового баланса (потоков скрытого и явного тепла). Предположение, что отклонения скорости и направления ветра от средних многолетних показателей отражаются в этих элементах и, таким образом, способствуют формированию аномалий ТПО, не подтвердилось. Вероятно, механизм влияния метеорологических условий на теплосодержание поверхностного слоя океана более сложен и нуждается в дальнейшем изучении.

## Список литературы

1. Tskhay Zh., Filatov V. Spatial and temporal variations in thermal conditions during the saury fishery in the North-West Pacific based on satellite data. In: *2024 International Conference on Ocean Studies (ICOS), Vladivostok, Russian Federation*. Vladivostok, 2024, p. 105–108. doi:10.1109/ICOS63634.2024.10775995
2. Кляшторин Л.Б., Любушин А.А. *Циклические изменения климата и рыбопродуктивности*. М.: Изд-во ВНИРО, 2005, 235 с.
3. Цхай Ж.Р., Шевченко Г.В., Ложкин Д.М. Анализ термических условий в северо-западной части Тихого океана по спутниковым данным. *Исследование Земли из космоса*. 2022,1:30–37. doi:10.31857/S0205961422010079
4. Мороз В.В., Шатилина Т.А., Рудых Н.И. Особенности формирования аномальных состояний термического режима вод в Курило-Камчатском районе. *Морской гидрофизический журнал*. 2025,41(4):436–452. EDN: OYVMBC
5. Hobday A.J., Alexander I., Perkins S., et al. A hierarchical approach to defining marine heatwaves. *Progress in Oceanography*. 2016,141:227–238.
6. Joyce P., Tong C., Yip Y-L., Falkenber L. Marine heatwaves as drivers of biological and ecological change: implications of current re-search patterns and future opportunities. *Marine Biology*. 2024,171(20). https://doi.org/10.1007/s0022(-023-04340-y
7. Ростов И.Д., Дмитриева Е.В., Жабин И.А. Экстремальные явления морских волн тепла у восточного

- побережья полуострова Камчатка и в прилегающих районах в условиях современного глобального потепления. *Морской гидрофизический журнал*. 2025,41(4):417–435. EDN KYTEWK
8. Liu Z., Wu L. Atmospheric response to North Pacific SST: The role of ocean–atmosphere coupling. *Journal of Climate*. 2004,17:1859–1882.
  9. Liu Q., Wen N., Liu Z. An observational study of the impact of the North Pacific SST on the atmosphere. *Geophysical Research Letters*. 2006,33:L18611. doi:10.1029/2006GL026082
  10. Frankignoul C., Sennéchaël N. Observed influence of North Pacific SST anomalies on the atmospheric circulation. *Journal of Climate*. 2007,20(3):592–606. <https://doi.org/10.1175/jcli4021.1>
  11. Iwasaka N., Hanawa K., Toba Y. Analysis of SST anomalies in the North Pacific and their relation to 500 mb height anomalies over the Northern Hemisphere during 1969–1979. *Journal of Meteorological Society of Japan*. 1987,65(1):103–114. [https://doi.org/10.2151/jmsj1965.65.1\\_103](https://doi.org/10.2151/jmsj1965.65.1_103)
  12. Глебова С.Ю. Особенности развития атмосферных процессов над Охотским морем в 2000–2006 гг. *Известия ТИНРО*. 2007,150:200–216.
  13. Глебова С.Ю., Устинова Е.И., Сорокин Ю.Д. Долго-периодные тенденции в ходе атмосферных процессов и термического режима дальневосточных морей за последний 30-летний период. *Известия ТИНРО*. 2009,159:285–298.
  14. Шатилина Т.А., Анжина Г.И. Особенности атмосферной циркуляции и климата на Дальнем Востоке в начале 21-го века. *Известия ТИНРО*. 2008,152:225–239.
  15. Шатилина Т.А., Анжина Г.И. Изменчивость интенсивности дальневосточного муссона в 1948–2010 гг. *Известия ТИНРО*. 2011,167:146–159.
  16. Мезенцева Л.И., Федулов А.С. Климатические тенденции атмосферной циркуляции на Дальнем Востоке. *Известия КГТУ*. 2017,46:175–183.
  17. Новиненко Е.Г., Шевченко Г.В. Пространственно-временная изменчивость температуры поверхности Охотского моря по спутниковым данным. *Исследование Земли из космоса*. 2007,5:50–60.
  18. Ложкин Д.М., Шевченко Г.В. Сезонная изменчивость приземного атмосферного давления на Дальнем Востоке России. *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2021,18(4):249–260. doi:10.21046/2070-7401-2021-18-4-249-260
  19. Шевченко Г.В., Ложкин Д.М. Пространственно-временная изменчивость потока скрытого тепла в северо-западной части Тихого океана по данным реанализа ERA5. *Морской гидрофизический журнал*. 2024,40(3):426–437.
  20. Шевченко Г.В., Ложкин Д.М. Пространственно-временная изменчивость потока явного тепла на поверхности северо-западной части Тихого океана и дальневосточных морей по данным реанализа ERA5. *Океанологические исследования*. 2024,52(3):77–94.
  21. Цхай Ж.Р., Шевченко Г.В. Оценка температурных аномалий поверхности Охотского моря и прилегающих акваторий по спутниковым данным. *Исследование Земли из космоса*. 2013,2:50–61. <https://doi.org/10.1134/s0001433813090223>
  22. Ustinova E. Extreme events in the thermal state of the Far-Eastern Seas and adjacent waters of the Northwestern Pacific. In: *PICES-2021 Virtual Annual Meeting: Book of abstracts*. Victoria, BC, Canada, 2021, 26.
  23. Самойленко В.С. (ред.) *Тихий океан. Метеорологические условия над Тихим океаном*. М.: Наука, 1966, 390 с.
  24. Liu N., Wu D., Lin X., Meng Q. Seasonal variations of air-sea heat fluxes and sea surface temperature in the northwestern Pacific marginal seas. *Acta Oceanologica Sinica*. 2014,33(3):101–110. <https://doi.org/10.1007/s13131-014-0433-6>

## References

1. Tskhay Zh., Filatov V. Spatial and temporal variations in thermal conditions during the saury fishery in the North-West Pacific based on satellite data. In: *2024 International Conference on Ocean Studies (ICOS), Vladivostok, Russian Federation*. Vladivostok, 2024, p. 105–108. doi:10.1109/ICOS63634.2024.10775995
2. Klyashtorin L.B., Lyubushin A.A. *Cyclic climate changes and fish productivity*. Moscow: Izd-vo VNIRO, 2005, 235 p. (In Russ.).
3. Tskhay Zh.R., Shevchenko G.V., Lozhkin D.M. Analysis of thermal conditions in the Northwest Pacific Ocean from satellite data. *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*. 2022,58,975–980. <https://doi.org/10.1134/s0001433822090213>
4. Moroz V.V., Shatilina T.A., Rudykh N.I. Features of forming the water abnormal thermal regimes in the Kuril-Kamchatka region. *Physical Oceanography*. 2025,32(4):464–478. EDN OYVMBC
5. Hobday A.J., Alexander I., Perkins S., et al. A hierarchical approach to defining marine heatwaves. *Progress in Oceanography*. 2016,141:227–238. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2015.12.014>
6. Joyce P., Tong C., Yip Y-L., Falkenber L. Marine heatwaves as drivers of biological and ecological change: implications of current re-search patterns and future opportunities. *Marine Biology*. 2024,171(20). [https://doi.org/10.1007/s0022\(-023-04340-y](https://doi.org/10.1007/s0022(-023-04340-y)
7. Rostov I.D., Dmitrieva E.V., Zhabin I.A. Extreme events of marine heat waves off the eastern coast of Kamchatka Peninsula and in the adjacent areas under conditions of modern global warming. *Physical Oceanography*. 2025,32(4):446–463. EDN KYTEWK

8. Liu Z., Wu L. Atmospheric response to North Pacific SST: The role of ocean–atmosphere coupling. *Journal of Climate*. 2004,17:1859–1882.
9. Liu Q., Wen N., Liu Z. An observational study of the impact of the North Pacific SST on the atmosphere. *Geophysical Research Letters*. 2006,33:L18611. DOI:10.1029/2006GL026082
10. Frankignoul C., Sennéchal N. Observed influence of North Pacific SST anomalies on the atmospheric circulation. *Journal of Climate*. 2007,20(3):592–606. <https://doi.org/10.1175/jcli4021.1>
11. Iwasaka N., Hanawa K., Toba Y. Analysis of SST anomalies in the North Pacific and their relation to 500 mb height anomalies over the Northern Hemisphere during 1969–1979. *Journal of Meteorological Society of Japan*. 1987,65(1):103–114. [https://doi.org/10.2151/jmsj1965.65.1\\_103](https://doi.org/10.2151/jmsj1965.65.1_103)
12. Glebova S.Yu. Features of atmospheric processes development over the Okhotsk Sea in 2000–2006. *Izvestiya TINRO*, 2007,150:200–216. (In Russ.).
13. Glebova S.Yu., Ustinova E.I., Sorokin Yu.D. Long-term tendencies of atmospheric processes and thermal regime in the Far-Eastern seas of Russia in the last three decades. *Izvestiya TINRO*. 2009,159:285–298. (In Russ.).
14. Shatilina T.A., Anzhina G.I. Features of atmospheric circulation and climate in the Far East in the beginning of 21 century. *Izvestiya TINRO*. 2008,152:225–239. (In Russ.).
15. Shatilina T.A., Anzhina G.I. Variability of the Far-Eastern monsoon intensity in 1948–2010. *Izvestiya TINRO*. 2011,167:146–159. (In Russ.).
16. Mezentseva L.I., Fedulov A.S. Climate trends of the atmospheric circulation in the Far East region. *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2017,46,175–183. (In Russ.).
17. Novinenko E.G., Shevchenko G.V. Spatiotemporal variability of the Sea of Okhotsk surface temperature based on satellite data. *Issledovanie Zemli iz kosmosa*. 2007,5:50–60. (In Russ.).
18. Lozhkin D.M., Shevchenko G.V. Seasonal variability of sea level pressure in the Russian Far East. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa = Current Problems in Remote Sensing of the Earth from the Space*. 2021,18(4):249–260. (In Russ.). DOI:10.21046/2070-7401-2021-18-4-249-260
19. Shevchenko G.V., Lozhkin D.M. Spatial and temporal variability of a latent heat flux in the Northwest Pacific Ocean based on the ERA5 reanalysis data. *Physical Oceanography*. 2024,31(3):387–397.
20. Shevchenko G.V., Lozhkin D.M. Spatial and temporal variability of the sensible heat flux on the surface of the Northwestern Pacific Ocean and the Far Eastern seas according to the data of the ERA5 reanalysis. *Okeanologicheskie issledovaniya = Journal of Oceanological Research*. 2024,52(3):77–94. (In Russ.). [https://doi.org/10.29006/1564-2291.jor-2024.52\(3\).5](https://doi.org/10.29006/1564-2291.jor-2024.52(3).5)
21. Tskhai Zh.R., Shevchenko G.V. Estimation of surface temperature anomalies of the Sea of Okhotsk and adjacent areas based on satellite data. *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*. 2013,49:952–962. <https://doi.org/10.1134/s0001433813090223>
22. Ustinova E. Extreme events in the thermal state of the Far-Eastern Seas and adjacent waters of the Northwestern Pacific. In: *PICES-2021 Virtual Annual Meeting: Book of abstracts*. Victoria, BC, Canada, 2021, p. 26.
23. Samoilenko V.S. (ed.) *The Pacific Ocean. Meteorological conditions over the Pacific Ocean*. Moscow: Nauka, 1966, 390 p. (In Russ.).
24. Liu N., Wu D., Lin X., Meng Q. Seasonal variations of air-sea heat fluxes and sea surface temperature in the northwestern Pacific marginal seas. *Acta Oceanologica Sinica*. 2014,33(3):101–110. <https://doi.org/10.1007/s13131-014-0433-6>

## Об авторах

✉ Шевченко Георгий Владимирович, доктор физико-математических наук, зав. лабораторией океанографии, Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО), Южно-Сахалинск, Россия, shevchenko\_zhora@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0003-0785-4618>

Ложкин Дмитрий Михайлович, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории океанографии, Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО), Южно-Сахалинск, Россия. <https://orcid.org/0000-0002-7073-681X>

## About the Authors

✉ Shevchenko, Georgy V., Doctor of Physics and Mathematics, Head of the Laboratory of Oceanography, Sakhalin Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, shevchenko\_zhora@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0003-0785-4618>

Lozhkin, Dmitry M. Cand. Sci (in Physics and Mathematics), Leading Researcher of the Laboratory of Oceanography, Sakhalin Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-7073-681X>

Поступила 17.10.2025  
Принята к публикации 22.02.2026

Received 17 October 2025  
Accepted 22 February 2026