

ЗНАЧИМЫЕ АНОМАЛИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ОКЕАНА В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА ПО ДАННЫМ РЕАНАЛИЗА ERA5

Шевченко Г.В.^{1,2}, Ложкин Д.М.¹

¹Сахалинский филиал ФГБНУ ВНИРО («СахНИРО»), г. Южно-Сахалинск

²Институт морской геологии и геофизики, г. Южно-Сахалинск
shevchenko_zhora@mail.ru

Исследование значимых отклонений температуры поверхности океана (ТПО) от характерных (средних многолетних) значений, называемых аномалиями, является важной прикладной задачей, так как они оказывают существенное влияние на состояние популяций пелагических рыб. Применительно к северо-западной части Тихого океана (СЗТО), речь идет прежде всего о тихоокеанских лососях, которые весьма восприимчивы к вариациям температуры поверхностного слоя воды [1, 2]. Считается, что изменение термических условий в прикурильском районе привело к смещению скоплений сайры в северном направлении (и, соответственно, снижению ее уловов), можно привести еще ряд таких примеров влияния климатических условий на основные объекты промысла российских рыбодобывающих компаний. С научной точки зрения наиболее интересными являются условия, которые способствуют формированию подобных отклонений состояния среды от обычного. Среди факторов, которые могут привести к резким изменениям термических условий в поверхностном слое воды, традиционно прежде всего рассматривают влияние атмосферных процессов. Такой подход реализован и в данной работе: определялись наиболее значимые аномалии ТПО в СЗТО и рассматривались пространственные распределения полей приземного атмосферного давления и скорости ветра.

Материалами для данной работы послужили данные реанализа ERA5 за 1998–2023 гг. по температуре поверхности СЗТО, приземному атмосферному давлению и проекциям векторов скорости ветра на параллель и на меридиан, взятые с сайта открытого до-

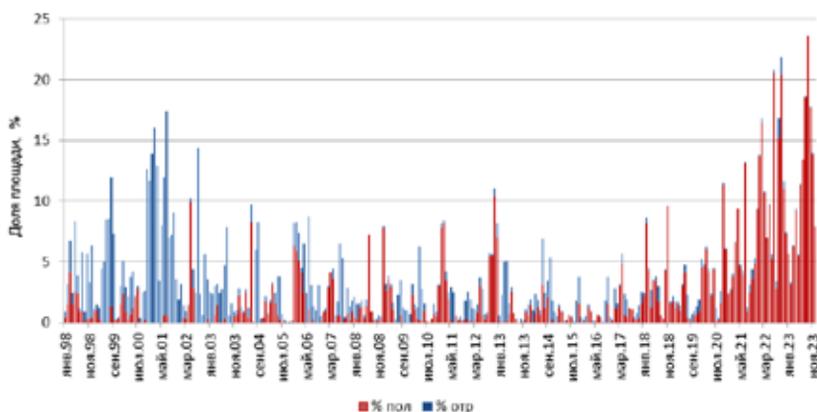


Рис. 1. Доля площади изучаемого района (в %), занятая отрицательными (синие линии) и положительными аномалиями (красная), превышающими величину 2σ

стуга Сornepnicus. Изучаемая область была задана в координатах $35\text{--}60^\circ$ с.ш., $130\text{--}180^\circ$ в.д., пространственное разрешение четверть градуса, дискретность по времени 1 месяц.

Для выделения значимых аномалий ТПО использовалась методика, разработанная в работе [3], заключающаяся в подсчете доли площади изучаемой акватории, в каждой ячейке которой аномалия превышала удвоенную величину среднеквадратического отклонения (σ), рассчитанную для данного четвертьградусного квадрата. Если значение параметра отклоняется от среднего многолетнего значения более чем на 2σ , то исходя из естественного предположения о соответствии распределения отклонений нормальному закону, можно говорить об экстраординарности ситуации (к таковым относится менее 5% ситуаций). Этот подход аналогичен популярной в настоящее время методике выделения «волн тепла», которые определяются по менее жесткому критерию, соответствующему повторяемости 10%. Если ячеек, в которых наблюдается такая ситуация, достаточно много, то можно говорить об экстремальных термических условиях в изучаемом районе в данный момент времени (год и месяц). Результаты расчета представлены на рис. 1 в виде гистограммы, отражающей долю площади изучаемого района, занятую отрицательными (синие столбики) и положительными аномалиями (красные) для каждого момента времени.

Из рисунка видно, что значимые аномалии (к таковым относились занимавшие не менее 5% площади рассматриваемой акватории, но более детально рассматривались экстраординарные события, когда доля площади превышала 10%, данные о таких событиях приведены в таблице 1) формировались неравномерно во времени. На начальном интервале анализируемого ряда преобладали отрицательные аномалии, в особенности в 2000–2001 гг. Затем продолжительное время система находилась в более устойчивом состоянии, с 2003 по 2019 г. только однажды наблюдалась положительная аномалия на более чем 10% площади района, в ноябре 2012 г. С 2020 г. устойчивость нарушилась, и значимые положительные аномалии отмечались гораздо чаще, что, вероятно, можно рассматривать как проявление глобального потепления в северо-западной части Тихого океана. Рассмотрим один конкретный пример.

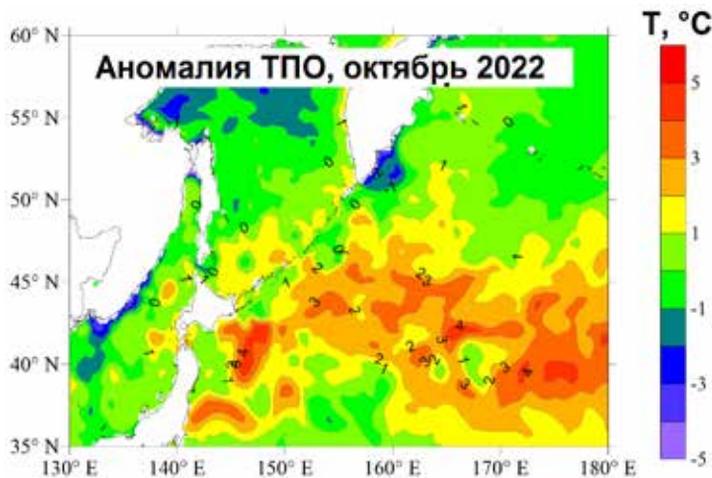


Рис. 2. Пространственное распределение аномалии ТПО в октябре 2022 г.

В октябре 2022 г. положительные аномалии, превышающие 2σ , занимали 20,4% площади изучаемой области. Наиболее теплая вода (величина аномалий составляла от 3 до 5°C) наблюдалась в СЗТО, главным образом в полосе между параллелями 36 и 47° с.ш., что является зоной действия теплого течения Курошио. В таких ситуациях всегда сложно сказать, что определило формирование таких необычных термических условий – это мог быть как адвективный

фактор, так и влияние атмосферных процессов. Оценить влияние активности течения довольно сложно, поэтому рассмотрим возможное влияние метеорологических условий, а они в октябре 2022 г. были весьма необычными. Выход Алеутской депрессии в изучаемую область несколько запаздывал, и на ее юго-восточной периферии еще сказывалось влияние Гонолульского максимума, что нехарактерно для октября. Ветра северо-западного румба, характерные для зимнего муссона, наблюдались только над северной частью Охотского и Японского морей. В силу их сгонного характера, здесь сформировались зоны с отрицательными аномалиями ТПО. Над северо-западной частью Тихого океана такие ветра еще не установились, этому препятствовала область высокого давления на юго-востоке. Соответственно, основной фактор выхолаживания поверхностного слоя в зоне влияния теплого течения Куросио не действовал, что могло быть одной из причин формирования обширной зоны с положительными аномалиями температуры поверхностного слоя. Существенные отклонения термических условий от обычных могли оказать негативное влияние на популяции

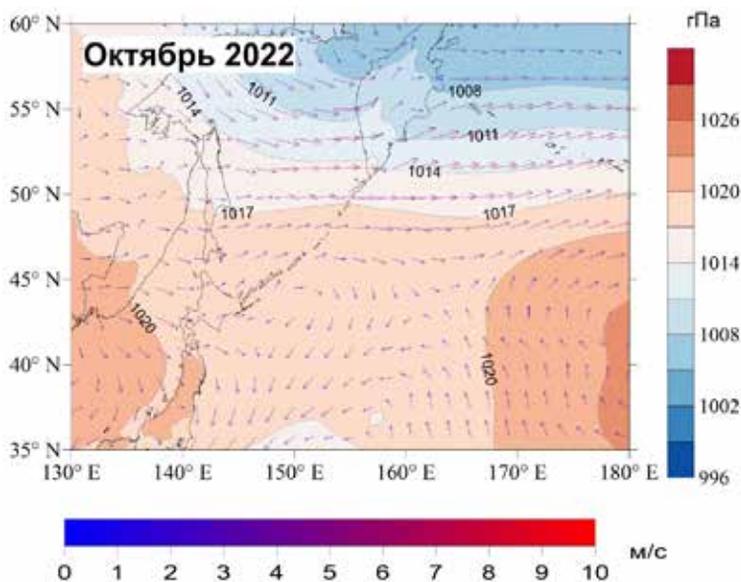


Рис. 3. Пространственное распределение поля приземного атмосферного давления (в гПа) и скорости ветра (в м/с, показано векторами) в октябре 2022 г.

пелагических рыб (тихоокеанские лососи, сайра, сардина и т.д.), обитающих в данной области.

Литература

1. Бугаев А.В., Фельдман М.Г., Тепнин О.Б., Коваль М.В. Аномалии температуры поверхности воды в западной части северной Пацифики – потенциальный климатический предиктор прогнозирования численности тихоокеанских лососей камчатки // Вопросы рыболовства. 2021. Т.22. № 4. С. 48-62.
2. Цхай Ж.Р., Шевченко Г.В., Ложкин Д.М. Аномалии термических условий в северо-западной части Тихого океана по спутниковым данным // Исследование Земли из космоса. 2022. № 1. С. 30-37.
3. Цхай Ж.Р., Шевченко Г.В. Оценка температурных аномалий поверхности Охотского моря и прилегающих акваторий по спутниковым данным // Исследование Земли из космоса. 2013. № 2. С. 50-61.