

Научная статья

УДК 639.2.053.1:597.552.511

DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-236-250

EDN: GTBVVM

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОМЫСЛА ГОРБУШИ *ONCORHYNCHUS GORBUSCHA* В ПРИМОРСКОМ КРАЕ И ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЯПОНСКОГО МОРЯ В 2023 ГОДУ

А.В. Лысенко, А.А. Никитин, Т.А. Шатилина, Е.И. Барабанщиков*

Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

Аннотация. Приводятся сравнительные данные уловов и распределение горбуши в подзоне Приморье с 2000 по 2023 г. Рассмотрена динамика нерестового хода горбуши в Приморском крае в 2023 г. Впервые с начала XXI в. промысловые уловы малочисленного поколения нечетных лет в Приморском крае увеличились в 10 раз (до 1,5 тыс. т), а в Хабаровском крае сократились. Перераспределение уловов горбуши в подзоне Приморье в 2023 г. происходило на фоне аномалий гидрометеорологических условий северной части Японского моря и Татарского пролива. Прогнозируются гидрологические процессы в Японском море на 2024–2025 гг. и их влияние на распределение анадромной миграции горбуши.

Ключевые слова: горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*), промысел, уловы, численность, Японское море, температура, аномалии, атмосфера, изменчивость

Для цитирования: Лысенко А.В., Никитин А.А., Шатилина Т.А., Барабанщиков Е.И. Результаты промысла горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в Приморском крае и гидрометеорологические условия Японского моря в 2023 году // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 236–250. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-236-250. EDN: GTBVVM.

Original article

Results of fishery for pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* in Primorye Region and hydrometeorological conditions in the Japan Sea in 2023

Aleksey V. Lysenko*, Aleksandr A. Nikitin**, Tatyana A. Shatilina***,
Evgeniy I. Barabanshchikov****

*-**** Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia

* chief specialist, aleksey.lysenko@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0005-0572-8601

** Ph.D., leading researcher, aleksandr.nikitin@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0001-1897-1433

*** Ph.D., leading researcher, tatyana.shatilina@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0005-7954-9745

**** Ph.D., head of laboratory, evgeniy.barabanshchikov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-2609-7555

Abstract. Catch and distribution of pink salmon in the Primorye fishing subzone are compared for 2000–2023. Dynamics of the spawning run of pink salmon in 2023 is considered in detail. Commercial landing for weak odd-year broodline of this species in Primorye has increased to $1.5 \cdot 10^3$ t for the first time in the 21 century, whereas has decreased in Khabarovsk Region. Such redistribution of pink salmon in 2023 occurred on the background of anomalous environmental conditions in the northern Japan Sea and Tatar Strait. Long-term patterns in variability of hydrometeorological parameters are analyzed and a forecast of their influence on anadromous migration of pink salmon in the Japan Sea is developed for 2024–2025.

* Лысенко Алексей Владимирович, главный специалист, aleksey.lysenko@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0005-0572-8601; Никитин Александр Афанасьевич, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, aleksandr.nikitin@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0001-1897-1433; Шатилина Татьяна Александровна, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, tatyana.shatilina@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0005-7954-9745; Барабанщиков Евгений Иванович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, evgeniy.barabanshchikov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-2609-7555.

© Лысенко А.В., Никитин А.А., Шатилина Т.А., Барабанщиков Е.И., 2024

Keywords: pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*), fishery, annual catch, fish abundance, Japan Sea, sea surface temperature, temperature anomaly, atmosphere circulation, variability of environments

For citation: Lysenko A.V., Nikitin A.A., Shatilina T.A., Barabanshchikov E.I. Results of fishery for pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* in Primorye Region and hydrometeorological conditions in the Japan Sea in 2023, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 236–250. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-236-250. EDN: GTBVVM.

Введение

Гидрологический режим Японского моря, включая воды Приморья, формируется общими климатическими условиями его географического положения, циркуляцией атмосферы, течениями, речным стоком, ветровыми нагонами и сгонами, приливно-отливными явлениями, характером берегов и многими другими часто сопряженными факторами. Система течений обуславливает характер распределения температуры, солености и других океанологических характеристик воды. Под влиянием вышеперечисленных факторов гидрологические характеристики подвержены большой сезонной и в меньшей степени межгодовой изменчивости, в результате чего формируется специфический гидрологический режим [Юрасов, 2002].

В летний период муссонная циркуляция над Японским морем определяется режимом региональных центров действия атмосферы (ЦДА): дальневосточная депрессия (ЛДД), охотский антициклон (ОА), азиатская депрессия (АД) и гавайский антициклон (ГА). Сведения о режимах ЛДД и ОА были опубликованы [Ильинский, 1959; Шатилина, Анжина, 2006]. Взаимодействие летней дальневосточной депрессии с тихоокеанским и охотским антициклонами способствует интенсивному переносу воздушных масс с океана на континент и установлению летнего муссона над дальневосточными районами.

Основным промысловым видом тихоокеанских лососей в подзоне Приморье является горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*. Ее добыча остается приоритетной для нужд региона. Исторически основной вылов осуществлялся в реках Хабаровского края. Исключением стал 2023 г., когда более 70 % горбуши добыли в Приморском крае. Поэтому нестабильность и непредсказуемость в распределении численности подходов горбуши по промысловым районам подзоны значительно осложняет деятельность приморских рыбодобывающих компаний.

В отличие от других регионов Дальнего Востока воспроизводство япономорской горбуши ограничено реками континентальной части Приморского и Хабаровского краёв, незначительно в водотоках юго-западного Сахалина, а также зимовкой и нагулом в водах Японского моря. Побережье подзоны Приморье условно можно разделить на два основных промысловых района добычи горбуши: южный — южнее мыса Золотого в пределах рек Тернейского муниципального округа и северный — севернее мыса Золотого (рис. 1, А). Мыс Золотой разграничивает подзону между двумя регионами — Приморским и Хабаровским краями. Такое деление позволяет отдельно рассмотреть условия влияния гидрометеорологических и термических условий, складывающихся в Татарском проливе (популяции горбуши рек Хабаровского края) и северной части Японского моря (популяции горбуши рек Приморского края) на произошедшие в 2023 г. изменения в распределении уловов горбуши. Промышленный лов горбуши в подзоне Приморье Японского моря ведется достаточно давно*: с 30-х гг. прошлого столетия она добывается бригадами прибрежного лова на рыболовных участках подзоны с использованием ставных неводов. Несмотря на относительно большой вылов рыбы данного вида для подзоны Приморье (2,19 тыс. т), в масштабе Дальнего Востока в 2023 г. доля её от суммарного вылова составила менее 1 %.

Анадромная миграция приморской горбуши с мест нагула в центральной части Японского моря осуществляется в северном направлении и разделяется на 2–3 потока [Барабанщиков и др.,

* Уловы тихоокеанских лососей (1900–1986 гг.). М.: ВНИРО, 1989. 213 с.

2016; Назаров, Лысенко, 2018] (рис. 1, Б). Обычно основная масса лососей мигрирует по центральной части моря. Второй поток вдоль побережья Приморского края, «береговой», намного слабее и отчетливо проявляется только в годы высокой численности вида. Третий поток отмечается вдоль берегов островов Японии и Сахалина, затем заворачивает в сторону континентальной части Приморья и в районе рек Коппи и Ботчи расходится в северном и южном направлениях.

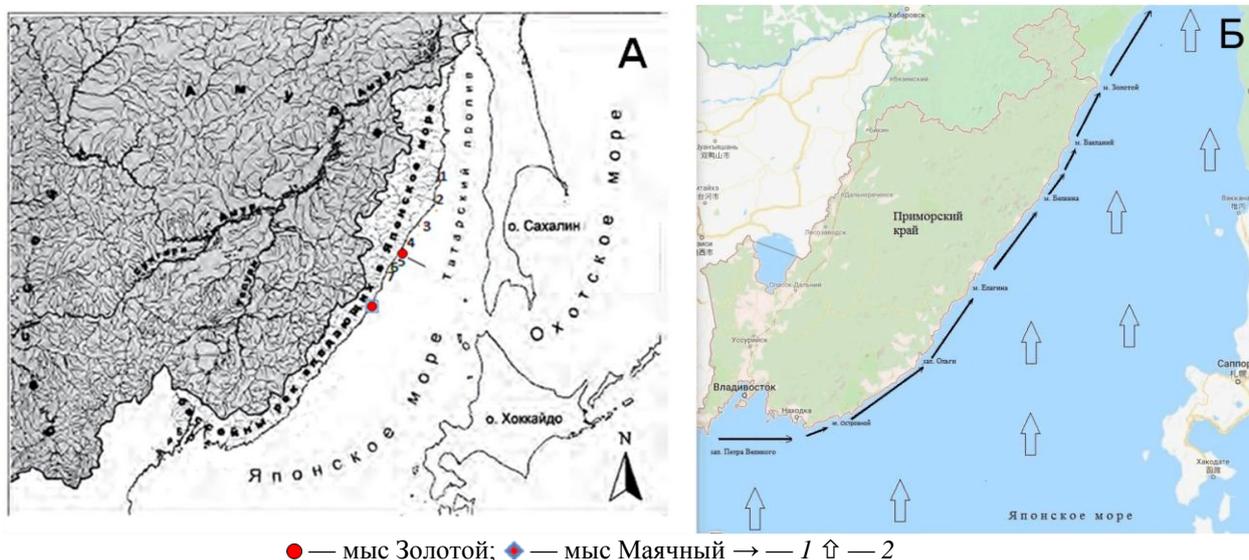


Рис. 1. Основные нерестовые реки для горбуши в подзоне Приморье (А): 1 — р. Тумнин, 2 — р. Коппи, 3 — р. Ботчи, 4 — р. Нельма, 5 — р. Самарга, 6 — р. Единка, 7 — р. Венюковка (реки 1–4 Ванинского и Советско-Гаванского районов Хабаровского края, расположены севернее мыса Золотого; реки 5–7 Тернейского муниципального округа Приморского края, южнее мыса Золотого); и схема генеральных направлений анадромной миграции горбуши в Японском море (подзона Приморье) вдоль берегов Приморского края (Б): 1 — «береговая» миграция горбуши вдоль приморского побережья, 2 — генеральные направления анадромной миграции горбуши

Fig. 1. The main spawning rivers for pink salmon on the northwestern coast of the Japan Sea (А: 1 — Tumnin, 2 — Coppi, 3 — Botchi, 4 — Nelma, 5 — Samarga, 6 — Edinka, 7 — Venyukovka (А, the rivers 1–4 are located northward from Cape Zolotoy, in Vanino and Sovetskaya Gavan districts of Khabarovsk Region; the rivers 5–7 are located to the south from Cape Zolotoy, in Terney district of Primorye Region); and scheme of anadromous migration of pink salmon in the Japan Sea (Б): 1 — alongshore migration, 2 — general directions of migration in the open sea

Основная часть нерестового стада япономорской горбуши традиционно мигрирует в реки Ваннинского, Советско-Гаванского районов Хабаровского края и Тернейского муниципального округа Приморского края. Соответственно, в этих районах осуществляется вылов данного вида рыб. В Хабаровском крае основными водотоками, где воспроизводится горбуша, являются реки Датта, Тумнин, Нельма, Коппи и Ботчи. В Приморском крае основная масса горбуши воспроизводится в реках на участке побережья от мыса Золотого до мыса Маячного. На этом участке наиболее значимые для промысла реки Самарга, Единка, Венюковка и Кабанья с общей площадью нерестилищ в Тернейском муниципальном округе более 5,3 млн м² [Золотухин, 2003].

В 2023 г. ожидалось, что поколение горбуши нечётных неурожайных лет должно начать расти с последующей тенденцией к смене урожайных поколений [Барабанщиков, 2023]. Неясна была мощность подхода производителей, так как было недостаточно данных по скату и выживаемости молоди в 2022–2023 гг. в водах Японского моря. Вероятно, что гидрологические условия 2022–2023 гг. оказались очень благоприятными, и в 2023 г. возврат производителей был очень высоким, намного выше даже самых оптимистичных прогнозных ожиданий. Из 9 рыболовных участков в 2023 г. лов осуществлялся только на трех – около устьев рек Самарга, Единка и Венюковка. Рыбаками были выставлены 4 ставных невода. В соответствии с прогнозными ожиданиями на 2023 г. запас горбуши малочисленных нечетных поколений только в Приморском крае был определён в объёме 0,878 млн экз., а ре-

комендованный вылов — 0,244 тыс. т, в Хабаровском крае — 0,2 тыс. т. Ожидалось примерно равное распределение уловов между двумя регионами.

По существу, весь жизненный цикл поколений горбуши подзоны Приморье проходит под влиянием гидрометеорологических условий, формирующихся в материковой части юга Дальнего Востока и в водах Японского моря. Нерегулярные мониторинговые съемки по оценке численности данного вида рыб на этапах ската и полное их отсутствие во время откочевки молоди на нагул, а также на путях анадромной миграции крайне осложняют прогнозирование запаса. Поэтому рассматриваемый в работе анализ значительного подхода производителей горбуши к рекам Приморья в 2023 г. и её распределения по рыболовным участкам в зависимости от влияния гидрологической и термической динамики вод Японского моря будет учитываться в разработке прогнозов и в уточнении краткосрочного вылова вида. Цель настоящей работы — провести анализ гидрометеорологических условий, сложившихся в Японском море в 2023 г. и повлиявших на распределение уловов горбуши в подзоне Приморье.

Материалы и методы

В работе рассмотрено изменение уловов приморской горбуши (в тоннах) как общедоступная статистическая составляющая, которая отражает динамику численности запаса по подзоне Приморье. Данные по вылову приморской горбуши предоставляются в ТИНРО Амурским и Приморским территориальными управлениями Росрыболовства. Отражены данные состояния промышленного вылова горбуши 2023 г. по нарастающей Приморским и Хабаровским краями.

Для оценки изменчивости атмосферной циркуляции рассчитывались аномалии приземного давления (P_0) и геопотенциала (H_{500}) в ЦДА, которые характеризуют региональные особенности температурных и циркуляционных условий в целом для районов их расположения: АД (25–40° с.ш. 80–115° в.д.), ГА (25–40° с.ш. 140–180° в.д.), ЛДД (40–55° с.ш. 115–135° в.д.). Основными данными послужили архивы реанализа атмосферного давления P_0 , геопотенциала H_{500} в узлах регулярной сетки 2,5x2,5° за период с 1980 по 2023 г. (NCEP/NCAR Reanalysis Monthly Means and Other Derived Variables).

Для анализа термических условий использовался архив японского метеорологического агентства за период 1982–2022 гг. по районам Японского моря (http://ds.data.jma.go.jp/gmd/goos/data/rtrdb/jma-pro/cobe_sst_glb_M.html). По этим данным рассчитывались аномалии температуры относительно среднего климатического периода 1991–2020 гг.

Долгосрочный прогноз температуры воды по районам в Японском море на 2024 и 2025 гг. был построен по данным разложения временного ряда по функции Фурье [Применение новых алгоритмов..., 2022]. При наличии больших флуктуаций во временном ряду появляется необходимость представлять его в виде ряда Фурье, оценивать коэффициенты Фурье и строить прогноз временного ряда на ближайшие моменты времени [Cooley, Tukey, 1965].

Использовались данные AVHRR спутников NOAA, а также MODIS (спутники Aqua и Terra) по Японскому морю за весенне-летний период 2021 и 2023 гг., полученные и обработанные в Центре Регионального спутникового мониторинга окружающей среды ДВО РАН. Основные положения методики обработки спутниковых снимков изложены ранее [Алексанин, Алексанина, 2006]. Дешифровку снимков проводили визуально, совместно с анализом подспутниковых океанологических и метеорологических данных [Булатов, 1984]. Для визуализации пространственного распределения температуры поверхности моря (ТПМ) использовали программу Glance 1.90. При дешифрировании добивались дифференциации областей с разной ТПМ по цвету, что позволяло визуально выявить неоднородности термического состояния морской поверхности, такие как фронты, мезомасштабные вихри и струйные течения, области апвеллингов и пр.

Результаты и их обсуждение

Промышленный вылов горбуши в 2023 г. в Приморском крае

В 2023 г. промышленный вылов горбуши в Приморском крае осуществляли две рыбопромышленные компании — ООО «Тройка» и ООО «Акватехнологии». Горбуша вылавливалась четырьмя ставными неводами, выставленными на расстоянии не менее 2 км от рек естественного воспроизводства — Самарга, Единка, Венюковка — и расположенными на 17–45 км южнее мыса Золотого.

Ход производителей из зоны нагула Японского моря начался очень рано, и уже в середине второй декады мая производители горбуши начали отмечаться в районе рек северной части Приморского края. При этом рыба перемещалась с юга на север в границах исключительной экономической зоны, в больших количествах смещаясь к приморскому побережью Японского моря (рис. 1, Б). Со второй декады мая она стала присутствовать в уловах рыбаков-любителей (зал. Петра Великого), и по информации наблюдателей ТИПРО и опросным данным уловы были высокие (более 10 шт. за 1–3 ч). Из прибрежной части залива 26–28 мая мигранты достигли мыса Островного, недалеко от пос. Преображение. По мере продвижения на север горбуша 4–5 июня отмечалась в районе зал. Ольги, хорошие уловы наблюдались в зал. Владимира, а к 11–15 июня около мыса Маячного. К 25 числу мигранты достигли района промысла (мыс Бакланый — мыс Золотой). В течение мая — начала июня на участке от зал. Петра Великого до пос. Терней дневные уловы рыбаков-любителей оставались высокими (до 80 экз.), что предполагало относительно высокую численность поколения. Мощностной миграционный поток была значительная, поскольку на каждом из упомянутых выше участков побережья, кроме зал. Петра Великого, где она находилась до полумесяца, горбуша встречалась в течение 6–8 дней. Необычно, что рыба заходила во все реки побережья, даже туда, где её раньше никогда не было либо она отмечалась единично. По примерным расчётным данным часть миграционного потока горбуши, совершающего движение вдоль побережья Приморского края и пополняющегося новыми мигрантами с мористой части, смещалась к промысловому району со скоростью около 26–27 км в сутки. При такой скорости потока основная масса рыб должна была появиться в районе промысла к концу июня — началу июля. На основании собранных сведений ожидалось значительное увеличение подходов горбуши к основному району промысла на севере Приморского края. Повлиять на изменение утвержденного прогнозируемого вылова по полученным данным миграционной активности было крайне сложно из-за недостатка информации и запаздывания собираемых данных. О мощной миграции горбуши были предупреждены предприятия, ведущие промысел.

Появление первых особей горбуши в неводах в районе промысла на севере Тернейского муниципального округа было отмечено в начале июня при температуре воды 8,5–9,0 °С, которая оказалась на 3–4 °С выше среднегодовых значений. Горбуша в Приморском крае с начала июня стала заходить в невода почти одновременно с появлением информации об уловах в Хабаровском крае. Подходы производителей наблюдались с мористой стороны. До 19 июня суточные уловы были незначительны (0,4–3,6 т).

Такая ситуация с подходами наблюдается, когда рыбы с мористого миграционного потока, подходя к южным рекам Хабаровского края (район рек Коппи, Ботчи), смещаются южнее мыса Золотого и появляются на промысловых участках Приморского края вблизи рек Самарга, Единка, Венюковка. После 23 июня уловы рыб резко возросли на порядок. По нашему мнению, подходы горбуши «берегового» потока увеличили ее уловы в районе промысла. Максимальные суточные уловы в конце июня достигали 66–70 т (рис. 2, А) при средних значениях 26,6 т, что связано главным образом с возможностями перерабатывающих мощностей. И только после освоения более 70 % выделенной на промысел начальной квоты к концу июня был запущен процесс увеличения объема вылова. Оперативно было подготовлено обоснование о внесении изменений прогнозируемых объемов добычи (вы-

лова) горбуши в подзоне Приморье, в том числе в Приморском крае на 605 т (с 244,0 до 849,0 т). Из 849 т на промышленный вылов было выделено 810 т.

С начала июля интенсивность хода стала лавинообразно нарастать, средние суточные уловы увеличились до 55 т (при максимальных значениях до 130 т), и уже к концу первой декады июля добавленный объем вылова горбуши был освоен. Повторно он был увеличен еще на 600 т (с 849 до 1449 т). Квота на промышленный вылов была увеличена до 1410 т. Проведенный анализ динамики вылова горбуши в 2023 г. показал, что нерестовый ход начался на 8 дней раньше по сравнению с 2021 г. и многократно превышал численность родительского поколения (рис. 2, Б).

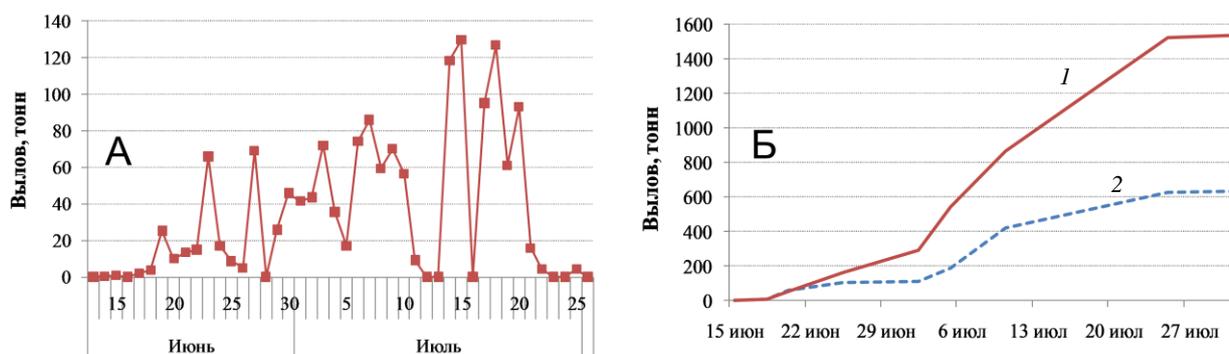


Рис. 2. Динамика промышленного лова по дням в Приморском крае в 2023 г. (А) и динамика промышленного вылова горбуши в Приморском и Хабаровском краях по нарастающей в 2021 и 2023 гг. (Б): 1 — Приморский край; 2 — Хабаровский край

Fig. 2. Dynamics of daily commercial landing of pink salmon in Primorye Region in 2023 (А) and cumulative dynamics of commercial landing of pink salmon in Primorye and Khabarovsk Regions in 2021 and 2023 гг. (Б): 1 — Primorye Region; 2 — Khabarovsk Region

Горбуша продолжала подходить в район промысла в большом количестве, а максимальные уловы 14, 15 и 18 июля превысили 120 т в сутки. Оптимальное заполнение нерестилищ значимых промысловых рек Самарга, Единка, Венюковка, а также присутствие горбуши на прибрежных участках промысла позволили еще раз обосновать увеличение вылова рыбы на 600 т (с 1449 до 2049 т). Квота на промышленный вылов увеличилась до 1968 т. После 18 июля уловы резко сократились с 80 до 20 т/сут, и к 25 июля промысел полностью прекратился. После 25 июля севернее мыса Золотого, по сообщениям с судов, осуществлявших приёмку рыбы в море, отмечалась массовая гибель горбуши, что косвенно указывает на резкое изменение термических или гидрологических условий, вызвавших негативное воздействие на подходящих лососей. В течение июля промышленный вылов горбуши в Приморском крае составил 79,7 % от общего вылова за весь период промысла 2023 г. (см. таблицу). В итоге освоение выделенных и добавленных объемов вылова горбуши на 2023 г. превысило начальную выделенную квоту в 6,5 раза и составило 1567,97 т (данные Приморского территориального управления Росрыболовства на 27.12.2023 г.). Основной вылов горбуши пришелся на промышленное прибрежное рыболовство — 1522,36 т. В целях обеспечения традиционного образа жизни и осуществления хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации было добыто 42,32 т. В научно-исследовательских и контрольных целях — 3,29 т.

Динамика промышленного вылова горбуши по пятидневкам в Приморском крае в 2023 г., %
Dynamics of commercial catch of pink salmon in Primorye Region in 2023, by 5-days, %

Месяц, пятидневка											
Июнь						Июль					
I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
0	0	0,1	2,7	7,9	9,6	13,8	22,7	16,9	24,7	1,6	0

Классически распределение приморской горбуши по нерестовой части ареала материкового побережья неравномерное, основные запасы здесь сосредоточены на севере региона (Хабаровский край). К середине 2000-х гг. на долю Приморского края приходилось до 8–10 % общего вылова горбуши в подзоне Приморье [Семенченко, 2006], однако уже к 2018 г. она увеличилась до 47 % [Назаров, Лысенко, 2018], а в 2023 г. вылов горбуши в Приморском крае более чем в два раза превысил вылов в Хабаровском крае (рис. 2, Б). До 22 июня 2023 г. вылов горбуши в Приморском и Хабаровском краях был на одном уровне. В третьей декаде июня уловы Приморского края начали преобладать с разницей 50–75 т. С начала июля, периода массового хода горбуши, превышение вылова окончательно закрепилось за рыбаками Приморского края. За первые 5 дней июля в Приморском крае было добыто 543 т, в Хабаровском — в 2,8 раза меньше — 190 т. Далее разница между выловом на юге (Приморский край) и на севере (Хабаровский край) продолжала увеличиваться до окончания промысла. Промысел резко прекратился в течение 25–27 июля. На территории Хабаровского края промыслом было добыто 636,3 т горбуши, в Приморском крае — в 2,4 раза больше — 1522,4 т. Ниже рассмотрены возможные причины миграционной активности горбуши на путях её анадромной миграции, повлиявшие на перераспределение вылова приморской горбуши в подзоне Приморье в 2023 г.

Особенности численности поколений приморской горбуши четных и нечетных лет

С начала XXI в. в уловах преобладала горбуша, выловленная в районе рек Хабаровского края (рис. 3). При этом наблюдалась существенная разница в вылове приморской горбуши поколений четных и нечетных лет, за исключением последних 4 лет. Уловы четных и нечетных поколений различались в разы, преобладала горбуша четных лет. Начиная с 2002 г. для четных линий и с 2019 г. нечетных наблюдается сокращение вылова в Хабаровском крае. На территории Приморского края в четные годы высокой численности (2002–2022 гг.) доля уловов увеличилась с 16 до 55 %, а доля улова нечетных поколений с 2019 г. выросла с 18 до 71 % (рис. 3).

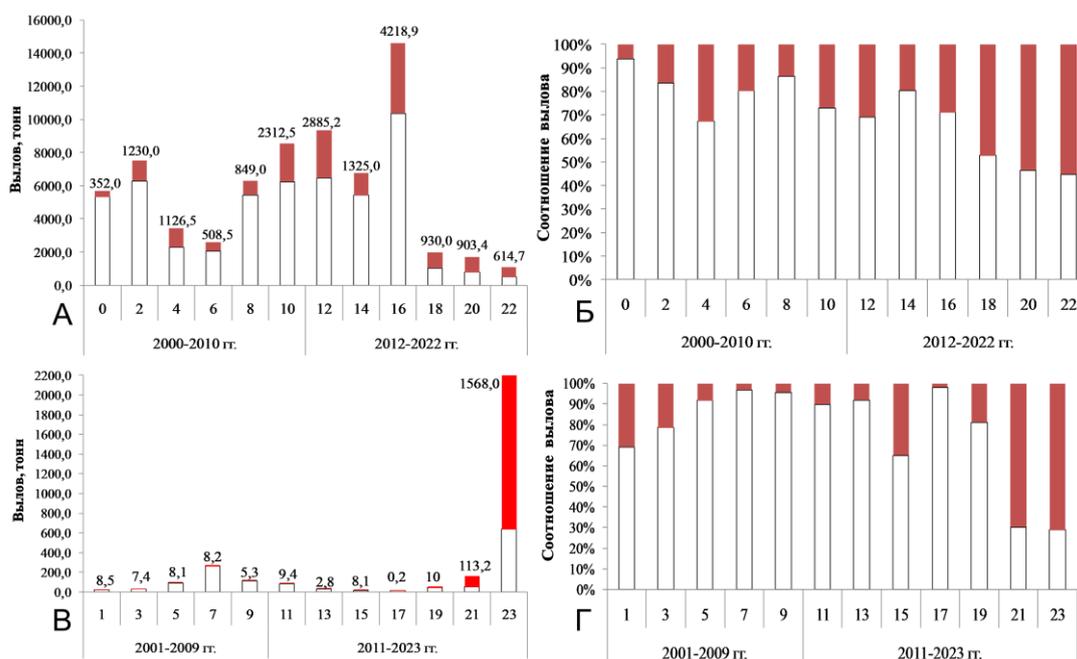


Рис. 3. Вылов горбуши в годы высокой (четные годы) (А) и низкой численности (нечетные годы) (В) и соотношение вылова Хабаровского (светлые столбцы) и Приморского (цветные столбцы) краев горбуши в подзоне Приморье (Б, Г). Цифрами обозначен вылов в Приморском крае

Fig. 3. Annual catch of pink salmon in Primorye Region in the years of strong (A, even years) and weak (B, odd years) broodlines (numbers indicate the catch) and comparable in Khabarovsk Region (light bars) and Primorye Region (colored bars) (Б, Г)

Как уже упоминалось выше, уловы приморской горбуши всегда были больше в Хабаровском крае. Тем не менее в последние годы вылов и подходы рыб к рекам Хабаровского края сокращались, а в Приморском крае увеличивались. В текущий период сложилась уникальная ситуация, когда оба поколения (четные и нечетные) в Приморском крае имеют высокую численность и находятся на достаточно высоком уровне, чего не отмечалось за весь период промысла, с момента освоения данных территорий российским промыслом.

Особенности гидрометеорологических условий в летний период 2023 г.

О перераспределении подходов горбуши по подзоне Приморье в зависимости от поверхностных температур воды в Татарском проливе сообщала Н.Ф. Пушкаревой [1975]. О влиянии гидрометеорологических условий на динамику численности приморской горбуши в период 1980–2018 гг. было написано ранее нами [Лысенко и др., 2021].

Данные о межгодовой изменчивости аномалий температуры воды в Татарском проливе и в области Цусимского течения в 1980–2022 гг. представлены на рис. 4. В последние годы в мае в Татарском проливе наблюдается тренд на похолодание (рис. 4, А), а в южной части Японского моря — на потепление (рис. 4, Б). Эта тенденция благоприятно влияла на выживаемость молоди горбуши в начальный морской период жизни южнее мыса Золотого, а отрицательные аномалии в Татарском проливе негативно отразились на выживаемости молоди горбуши, скатывающейся из рек Хабаровского края.

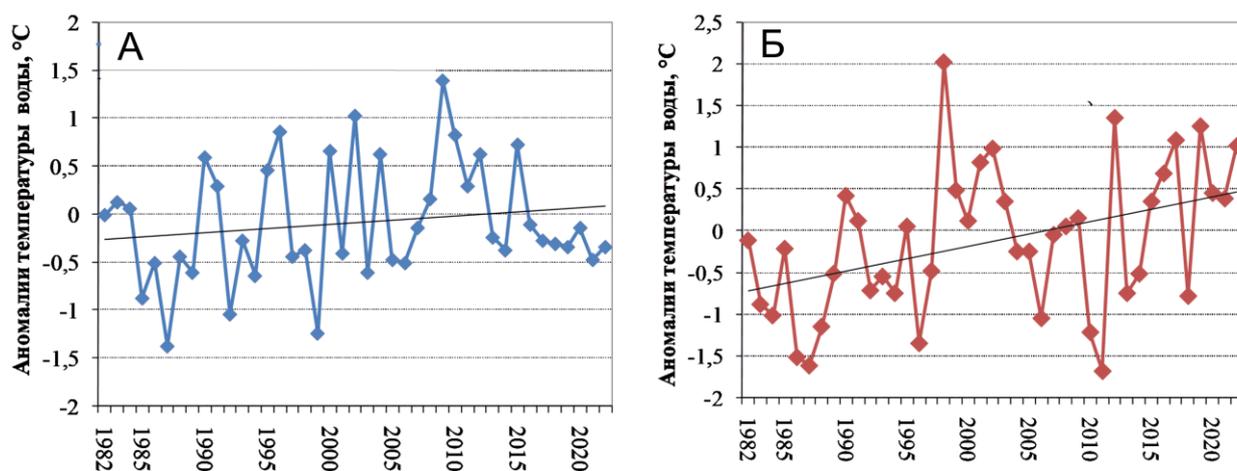


Рис. 4. Аномалии температуры воды в Татарском проливе (А) и в области южной части Цусимского течения (Б) в мае 1980–2022 гг.

Fig. 4. Sea surface temperature anomalies in the Tatar Strait (A) and in the southern area of the Japan Sea (B) in May 1980–2022

В 2023 г. горбуша появилась в водах зал. Петра Великого в середине мая, когда стал усиливаться поток Цусимского течения (рис 5, А). Термические условия в этот период в Японском море проходили по типу 2021 г. — «аномально теплых» лет (рис. 5). Субарктический фронт занимал, как и в 2021 г., северное положение. В эти годы Восточно-Корейское и Цусимское течения были развиты. Но в 2021 г. Восточно-Корейское течение было интенсивнее, чем в 2023 г., а его северные ветви проникали далеко на север в район зал. Петра Великого. В 2023 г. субтропические воды проходили на север практически по всей ширине моря. В северо-западной части Японского моря преобладали положительные аномалии температуры воды на поверхности (до 3–4 °С), доходящие в зал. Петра Великого до 5–6 °С. Летом 2021 г. максимальные аномалии температуры воды на поверхности находились в восточной части Японского моря и достигали 6–7 °С (по данным ЖМА). Субтропические воды в

2023 г. проникали к побережью Приморья, их заток на юго-запад зал. Петра Великого сохранялся почти до середины ноября, но в целом был слабее, чем в 2021 г. Обычно основной поток Приморского течения наблюдается на расстоянии 20–40 км от берега. В 2023 г. его интенсивность была в пределах нормы, весной-летом на некоторых участках его фронт прижимался ближе к континентальной части. Это позволяло потоку горбуши подходить к берегу и отмечаться в середине мая и в начале июня в водах зал. Петра Великого.

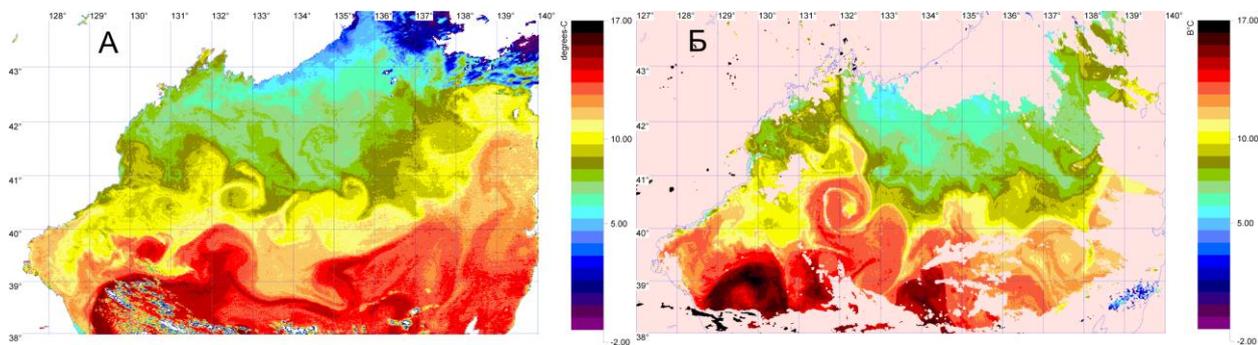


Рис. 5. Термическая структура вод в северо-западной части Японского моря 10.05.2023 г. (Modis-Terra.SML.sst 13.00.00) (А) и 10.05.2021 г. (NOAA-19. 085854.f.pro) (Б)

Fig. 5. Surface thermal structure of in the northwestern Japan Sea on May 10, 2023 (Modis-Terra.SML.sst 13.00.00) (A) and May 10, 2021 (NOAA-19 data.085854.f.pro) (Б)

На рис. 6 представлены распределение аномалий температуры воды и синоптическая ситуация в начале июня, когда уловы горбуши были низкие. Северо-западная часть Японского моря находилась под влиянием антициклона (рис. 6, А), что вызвало увеличение аномалий температуры воды до 3–4 °С. Понижение температуры воды в Татарском проливе было обусловлено вторжением холодного воздуха в тыловой части глубоких циклонов, выходящих в Охотское море (рис. 6, Б).

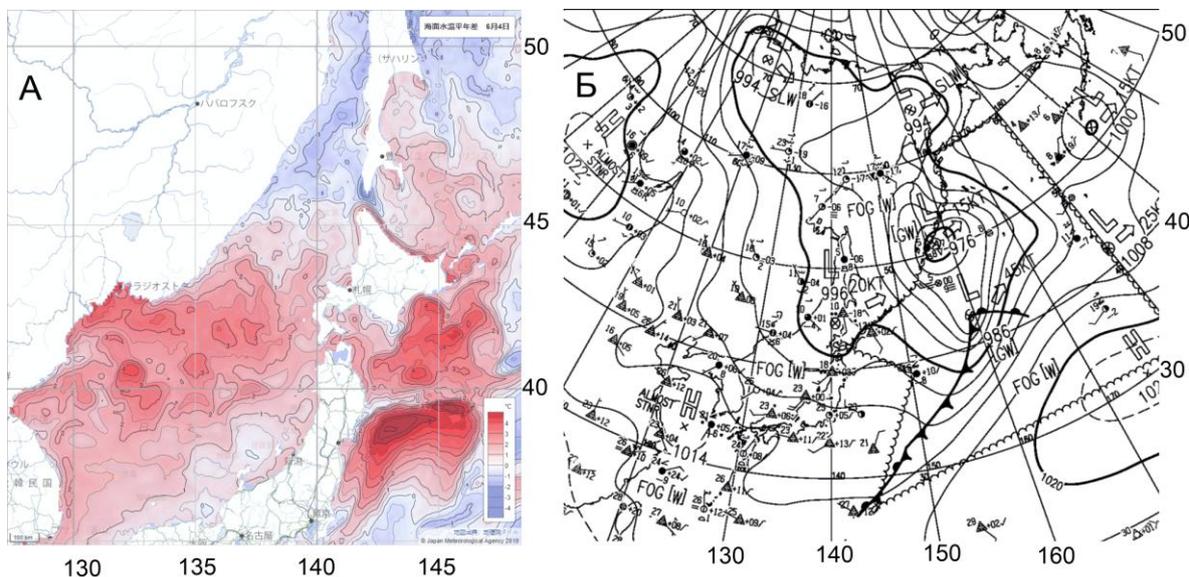


Рис. 6. Аномалии температуры воды Японского моря (А) и карта приземного давления (Б) 4 июня 2023 г.

Fig. 6. Sea surface temperature anomalies in the Japan Sea (A) and atmospheric pressure at the sea surface (Б) on June 4, 2023

В середине июня 2023 г. усиливается Цусимское течение, аномалии температуры воды в северо-западной части моря увеличиваются на 3–4 °С (рис. 7, А). В то же время в Татарском проливе температура воды оставалась ниже нормы, что может свидетельствовать о том, что воды Цусимского течения не проникали в Татарский пролив.

В начале июля очаг с высокой температурой воды по-прежнему наблюдался в северо-западной части фронтальной зоны Японского моря. Цусимское течение, как и в июне, не влияло на термические условия воды в Татарском проливе (рис. 7, Б), температура воды в проливе была также ниже среднееголетних значений. Экстремально высокая температура воды в Японском море была обусловлена особенностями атмосферной циркуляции у восточного побережья Азии. Так, в начале июня Татарский пролив находился под влиянием тропосферной ложбины, в тыловой части приземных циклонов, выходящих в ложбину, на северную часть Японского моря поступали холодные воздушные массы (рис. 7, В, Г). Эти процессы задерживали поступление теплых цусимских вод на север Японского моря и в Татарский пролив. В конце июня большая часть Японского моря находилась под влиянием гребня гавайского антициклона (рис. 7). Приземный атмосферный фронт располагался в южной части Японского моря. В конце июня, начале июля влияние Цусимского течения усиливалось, аномалии температуры воды стали выше нормы на 3–4 °С.

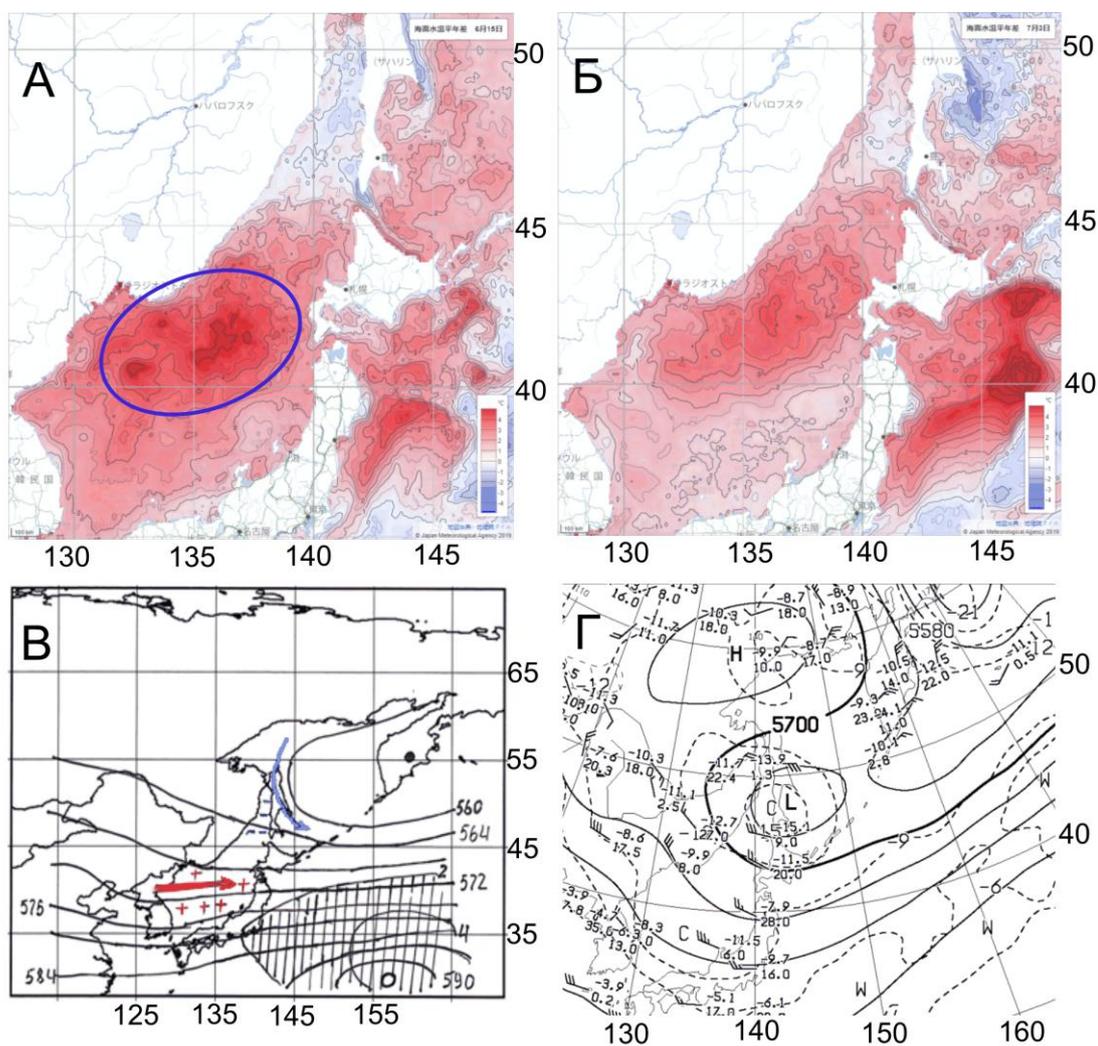


Рис. 7. Аномалии температуры воды 15 июня (А) и 3 июля (Б), среднемесячная структура геопотенциала изобарической поверхности 500 гПа, положение экстремальной области геопотенциала H_{500} и аномалий поверхности температуры воды в июне 2023 г. (В) и структура поля AT_{500} 3 июля 2023 г. (Г). Овалом выделена область с экстремально высокой температурой вод; штриховкой выделена область положительных аномалий H_{500} ; минусом выделена область с отрицательными значениями температуры воды, плюсом — положительные, стрелками показаны направления переноса воздушных масс

Fig. 7. Sea surface temperature anomalies on June 15 (A) and July 3, 2023 (B), mean monthly dynamic height of the AT_{500} surface in June 2023 (B), and height of this surface on July 3, 2023 (Г). Minuses indicate negative SST anomalies; pluses indicate positive SST anomalies; the area with extremely high SST is outlined with oval; the area of positive H_{500} anomalies is shaded; the arrows show directions of air masses transfer

Экстремально высокая температура воды, отмеченная в центральных и северных районах Японского моря, возможно, являлась одной из причин роста вылова горбуши в приморской части подзоны Приморье. В Татарском проливе температура воды повысилась, но не достигла экстремальных значений, т.е. воды Цусимского течения оказывали большее влияние на центральную и северную части Японского моря.

Наблюдаемый тип распределения температуры воды в северной и центральной частях Японского моря продолжался до конца второй декады июля. Несмотря на продвижение фронта на север и наличие очага теплых вод низкие температуры воды в Татарском проливе сохранялись (рис. 8, А, Б). Распространению теплых вод в Татарский пролив препятствовала тропосферная ложбина. В дельте ложбины в приземном поле наблюдался охотский антициклон, блокировавший продвижение южного циклона на север (рис. 8, В, Г). Считаем, что на произошедшее перераспределение уловов горбуши в пользу Приморского края повлияли вышеизложенные условия.

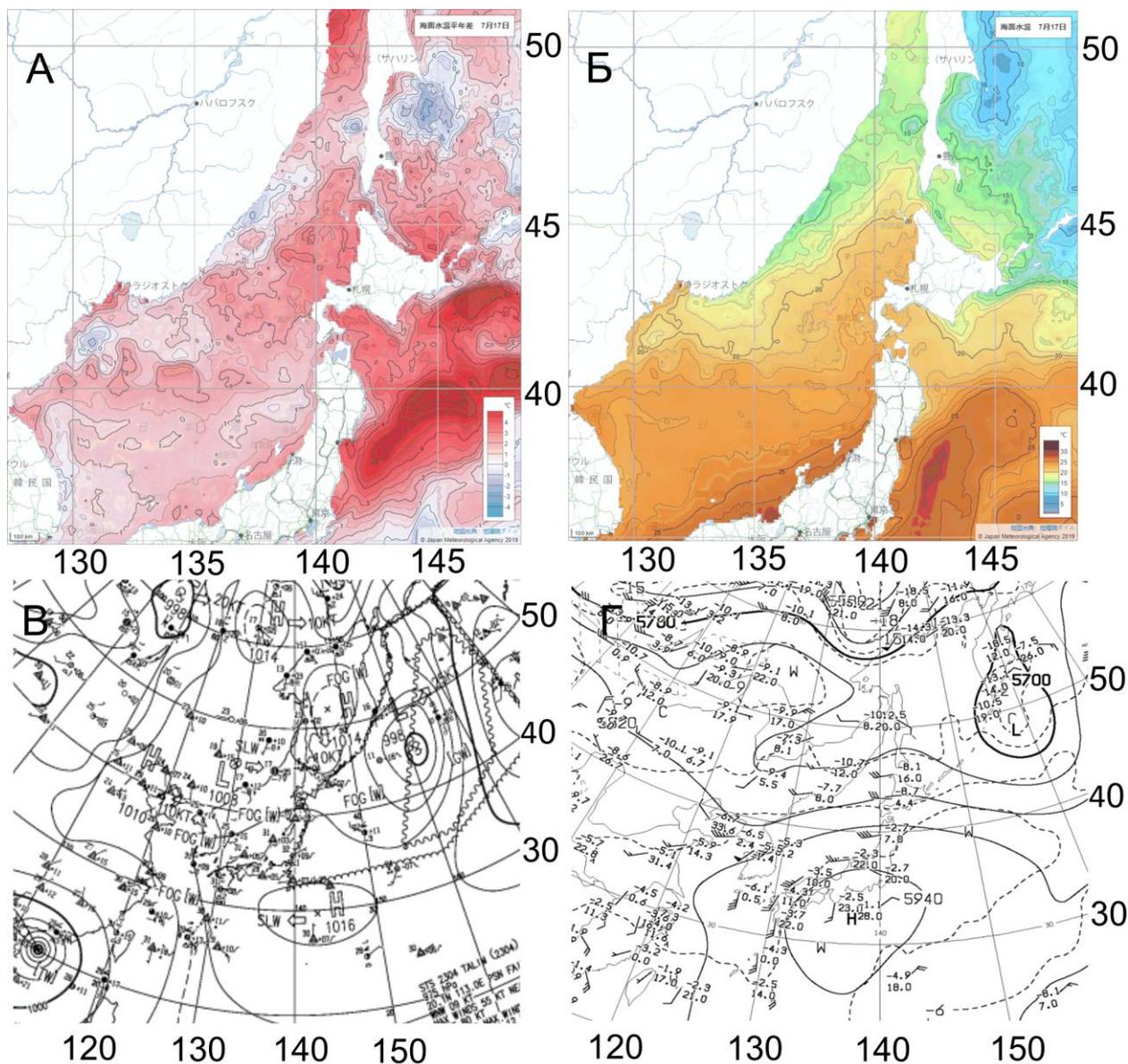


Рис. 8. Аномалии температуры воды в июле (А), распределение температуры воды на поверхности Японского моря (Б), карты приземного давления (В) и изобарической поверхности AT_{500} (Г) 17 июля 2023 г.

Fig. 8. Sea surface temperature anomalies in the Japan Sea (А), sea surface temperature (Б), atmospheric pressure at the sea surface (В) and dynamic heights of the AT_{500} isobaric surface (Г) on July 17, 2023

Карты температур (положительные аномалии) показывают, что условия начального морского нагула мальков горбуши с середины мая до середины июня 2022 г. были благоприятными для выживаемости вышедшей на нагул молоди горбуши (рис. 9, А, Б).

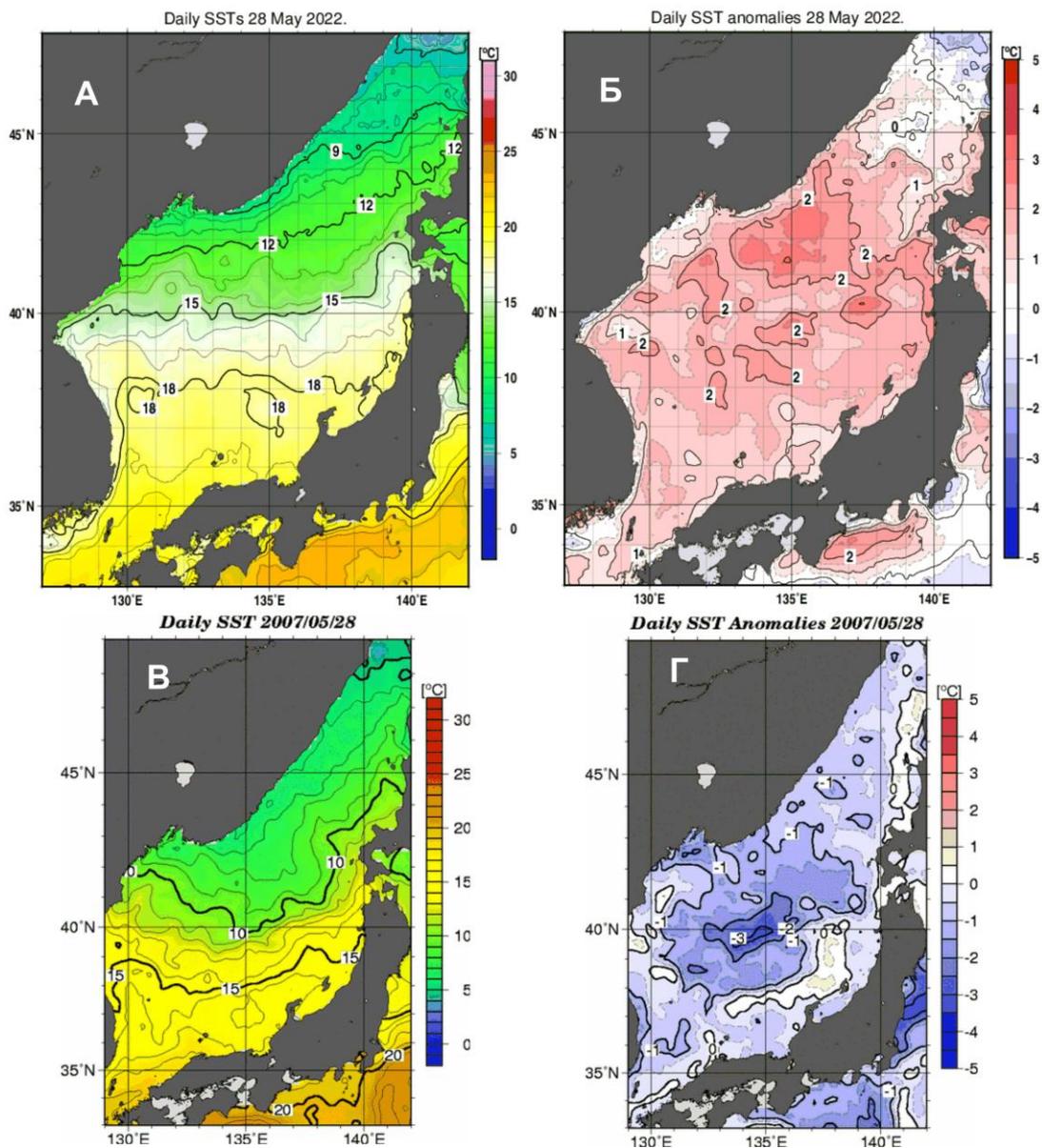


Рис. 9. Температура воды на поверхности Японского моря (А, В) и ее аномалии (Б, Г) 28 мая 2022 г. и 28 мая 2007 г. (по данным JMA)

Fig. 9. Sea surface temperature in the Japan Sea (A, B) and its anomalies (B, Г) on May 28, 2022 and May 28, 2007 (JMA data)

Примером неблагоприятных условий перехода молоди горбуши к морскому периоду жизни является низкая температура воды в центральной части Японского моря в мае-июне 2007 г. (рис. 9, В, Г), вызванная южным положением гавайского антициклона.

В последующем данные по изменчивости температуры воды и динамики течений, полученные на основании спутниковой информации, а также сопутствующая синоптическая информация будут использоваться в качестве мониторинга гидрометеорологических условий в период лососевой путины.

Для прогноза термических условий в Японском море использовались спутниковые изображения Японского моря (ИК- и ТВ-изображения) 1979–2023 гг., атлас ледовитости дальневосточных мо-

рей СССР Л.П. Якунина [1987], гидрологический массив данных по термическим условиям Японского моря (1987–2023 гг.), прогноз синоптической обстановки на 2024 г. (С.Ю. Глебова), прогноз аномалий температуры воды (CFSv2 forecast monthly SST anomalies) CFSv2 Seasonal Climate Forecasts (noaa.gov)). Прогноз температуры воды, составленный на основании анализа ретроспективных данных о развитии температурного и гидрологического режимов, показал, что термические процессы в Японском море в весенне-летний период 2024 г. будут протекать в основном по типу «теплых» лет, температура воды в северо-западной части Японского моря в мае-июне будет в пределах среднегодовой нормы, а в июле-августе может быть выше нормы на 2–3 °С.

Во временных сериях температуры воды в Татарском проливе за период 1980–2022 гг., рассчитанных методом Фурье [Применение новых алгоритмов..., 2022], выявлены циклы от 2 до 5 лет. По выделенным циклам рассчитаны значения температуры воды на 2024 и 2025 гг. Составлен прогноз аномалий температуры воды на все месяцы 2024 и 2025 гг., из которого следует, что температура воды в Татарском проливе в 2024 и 2025 гг. будет выше нормы, за исключением незначительного ее понижения в мае 2024 г. (рис. 10).

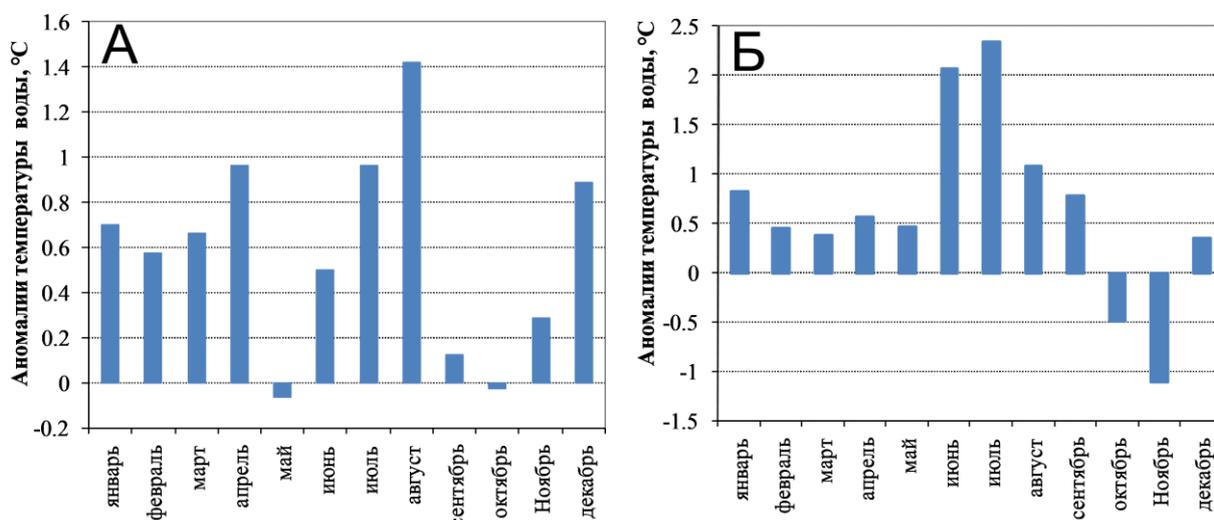


Рис. 10. Прогноз аномалий температуры воды в Татарского проливе на 2024 (А) и 2025 гг. (Б)
Fig. 10. Forecast of the sea surface temperature anomalies in the Tatar Strait for 2024 (A) and 2025 (B)

В летний период гидрологические процессы в Японском море будут протекать по типу «теплых» лет» (рис. 10). Таким образом, можно с высокой долей вероятности прогнозировать успешную выживаемость молоди в 2024 г. на начальном морском этапе жизни.

Заключение

В 2023 г. отмечалась мощная анадромная миграция япономорской горбуши, которая к середине второй декады мая достигла вод зал. Петра Великого. Часть этого потока, совершающего движение вдоль побережья Приморского края, пополнялась новыми мигрантами с мористой части, смещаясь к промысловому району, т.е. отчетливо проявилась «береговая» миграция горбуши вдоль приморского побережья.

В подзоне Приморье сложилась необычная ситуация, когда оба поколения приморской горбуши (генерации четных и нечетных лет) имеют высокую численность. За весь период с момента освоения данной территории российским промыслом высокие уловы смежных генераций горбуши не отмечались.

Очаг с экстремально теплой водой сформировался в зоне выноса теплых воздушных масс по периферии гавайского антициклона. Высокая температура воды, отмеченная в центральном и северном районах Японского моря (в зоне прибрежных миграций), возможно, являлась одной из причин роста вылова горбуши в приморской части подзоны Приморье и его уменьшения в Хабаровском крае.

Положительные аномалии температуры в морском побережье, в период начального этапа морского нагула 2022 г., способствовали выживаемости молоди горбуши и положительно сказались на формировании высокой численности возврата.

Прогноз температурного режима в Японском море на летний период 2024 и 2025 гг. показал, что гидрологические процессы будут протекать по типу «теплых лет». В 2024 г., так же как и в 2023 г., предполагается ослабление Приморского течения и развитие Цусимского течения с превышением среднегодовой нормы температур. Возможно повторение сценария движения анадромных потоков горбуши по аналогии с 2023 г. с её высокими подходами к водным объектам Приморского края.

Мониторинг гидрологических условий Японского моря с использованием спутниковой информации позволяет правильно акцентировать внимание на распределении анадромных потоков приморской горбуши между промысловыми районами подзоны Приморье.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы благодарят представителей промысловых компаний (ООО «Тройка» и ООО «Акватехнологии») и специалистов Приморского территориального управления Росрыболовства за регулярно предоставляемую информацию по вылову горбуши.

The authors are thankful to the staff of fishing companies Troika Ltd., Akvatekhologii Ltd. and the Territorial department of the Russian Fisheries Agency for Primorye Region for regularly provided information on catches of pink salmon.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study had no sponsorship.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы использования животных были соблюдены. Информация о пойманной рыбе была включена в статью. Библиографические ссылки на все использованные в работе данные других авторов оформлены в соответствии с правилами данного издания.

All applicable international, national and/or institutional guidelines for the use of animals were followed. Information about the fish caught for investigations is presented in the article. Bibliographical references to all data from other authors used in the study are formatted in accordance with the rules of this journal.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

А.В. Лысенко, Е.И. Барабанщиков — систематизация материала, рисунки и подготовка статьи, А.А. Никитин, Т.А. Шатилина — систематизация материала, рисунки и подготовка части статьи по океанологическим данным.

A.V. Lysenko, E.I. Barabanshchikov — biological and fishery data systematization and analysis, A.A. Nikitin, T.A. Shatilina — oceanographic and meteorological data systematization and analysis, the text of article was written and illustrated by all authors jointly.

Список литературы

Алексанин А.И., Алексанина М.Г. Мониторинг термических структур поверхности океана по данным ИК-канала спутников NOAA на примере Прикурильского района Тихого океана // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов. — М. : Азбука-2000, 2006. — Вып. 3, т. II. — С. 9–15.

Барабанщиков Е.И. Изменения продолжительности нерестового хода тихоокеанских лососей в реках на севере Приморского края // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток: ТИНРО, 2023. — С. 110–114. DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-110-114. EDN: SZZPPI.

Барабанщиков Е.И., Крупянок Н.И., Лысенко А.В. Результаты лососевой путины в Приморском крае в 2016 г. // Бюл. № 11 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2016. — С. 45–54.

Булатов Н.В. Рекомендации по использованию спутниковых ИК-снимков в океанологических исследованиях. — Владивосток : ТИНРО, 1984. — 43 с

Золотухин С.Ф. Нерестовый фонд и современный статус популяций лососей в Приморском крае : дис. ... канд. биол. наук. — Хабаровск : ХоТИНРО, 2003. — 259 с.

Ильинский О.К. Охотский антициклон // Тр. ДВНИГМИ. — 1959. — Вып. 7. — С. 10–32.

Лысенко А.В., Шатилина Т.А., Гайко Л.А. Влияние гидрометеорологических условий на динамику вылова (численности) приморской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) на основе ретроспективных данных (Японское море, Татарский пролив) // Вопр. ихтиол. — 2021. — Т. 61, № 2. — С. 206–218. DOI: 10.31857/S0042875221020156.

Назаров В.А., Лысенко А.В. Итоги лососевой путины 2018 г. в Приморском крае // Бюл. № 13 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2018. — С. 240–254.

Применение новых алгоритмов обработки метеорологических наблюдений : моногр. / Г.Ш. Цициашвили, Т.А. Шатилина, Т.В. Радченкова. — Казань : БУК, 2022. — 80 с.

Пушкарева Н.Ф. Состояние запасов приморской горбуши и пути увеличения ее численности // Тр. ВНИРО. — 1975. — Т. 106. — С. 106–113.

Семенченко А.Ю. Приморская горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum)) в прибрежный и речной периоды жизни. Часть 1. Динамика численности. Часть 2. Биология // Бюл. № 1 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток : ТИНРО-центр, 2006. — С. 98–114.

Шатилина Т.А., Анжина Г.И. Изменчивость параметров азиатской и дальневосточной атмосферных депрессий во второй половине 20-го века // Изв. ТИНРО. — 2006. — Т. 144. — С. 300–311.

Юрасов Г.И. Гидрологический режим шельфовых районов в условия муссонного климата // Исследовано в России. — 2002. — Т. 6. — С. 1170–1172. URL: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2002/106.pdf>.

Якунин Л.П. Атлас ледовитости дальневосточных морей СССР. — Владивосток : ПОП ПУГКС, 1987. — 78 с.

Cooley J.W., Tukey J.W. An Algorithm for the Machine Calculation of Complex Fourier Series // Mathematics of Computation. — 1965. — Vol. 19, № 90. — P. 297–301. DOI: 10.1090/S0025-5718-1965-0178586-1.

Поступила в редакцию 8.02.2024 г.

После доработки 27.03.2024 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

*The article was submitted 8.02.2024; approved after reviewing 27.03.2024;
accepted for publication 29.03.2024*