

**УСЛОВИЯ НАГУЛА МОЛОДИ ГОРБУШИ
В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД
НА ПРИМЕРЕ СЕЗОНА 2019/2020 гг.**

© 2021 г. С.В. Найденко, Г.В. Хен, А.Л. Фигуркин, Н.А. Кузнецова,
А.Н. Старовойтов, А.А. Сомов, М.А. Шебанова

*Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО),
г. Владивосток, 690091
E.mail: svetlana.naydenko@tinro-center.ru*

Поступила в редакцию 23.08.2021 г.

Рассматриваются кормовые и климато-океанологические условия нагула молоди горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) осенью 2019 г. в западной части Берингова и Охотском морях в зимне-весенний период 2020 г. в Тихом океане. Проанализированы многолетние данные о составе и обилии кормовой базы в местах осеннего нагула лососей, составе и величине их пищевых рационов, а также сопутствующих видов нектона. Сделан вывод, что пищевая обеспеченность сеголеток горбуши осенью 2019 г. находилась на среднемноголетнем уровне и не могла стать причиной низких возвратов половозрелых рыб в 2020 г. Приведены данные о климато-океанологических условиях обитания лососей в океане, а также о видовом составе, количественном соотношении и экологии зоопланктонных видов, составляющих кормовую базу этих рыб. Сделано заключение, что зимой 2020 г. в северной части Тихого океана не произошло значительного изменения термического режима вод, которое повлекло бы за собой структурные перестройки зоопланктонных сообществ, снижение обилия массовых зоопланктонных видов и ухудшение пищевой обеспеченности лососей. Нагул молоди лососей, в частности горбуши, при освоении морских и океанических акваторий действительно является очень важным этапом жизненного цикла этих рыб, но решающей роли в формировании численности он не играет.

Ключевые слова: лососи, горбуша, климатические изменения, индекс PDO, аномалии температуры, зоопланктон, пищевая обеспеченность, Берингово море, Охотское море, Тихий океан.

ВВЕДЕНИЕ

В 2020 г. отмечали низкие, по сравнению с предыдущими годами, уловы лососей р. *Oncorhynchus* в некоторых районах как российского, так и американского побережий Тихого океана. В частности, на российском побережье не оправдались ожидания с подходами горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) к рекам восточной Камчатки и Магаданской области. Разница между прогнозной величиной и фактическим выловом горбуши составила 63,9 и 3,9 тыс. т

(или 77 и 63% от величины прогноза) в этих районах соответственно. В некоторых публикациях о результатах лососевой путины-2020 (Горохов и др., 2020; Бугаев и др., 2020), сделано предположение, что одной из причин слабых подходов горбуши к дальневосточным берегам могло стать ухудшение условий её нагула осенью в море и зимой в океане на фоне климато-океанологических изменений, наблюдаемых в пределах всей Северной Пацифики. Следует отметить, что тема пищевой обеспеченности ло-

сосей в период их морского и океанического нагула уже неоднократно обсуждалась в большинстве работ (Шунтов и др., 2010, 2017, 2019; Naydenko, 2010; Найденко, Хоружий, 2014, 2017; Заволокин, 2014; Найденко, Темных, 2016). В этой серии публикаций, основанных на огромных фактических материалах, собранных в ежегодных экспедициях Тихоокеанского филиала ВНИРО (ТИНРО), сделаны выводы о том, что при различных состояниях кормовой базы и численности потребителей (в том числе лососей), пищевая обеспеченность лососей не изменялась настолько, чтобы быть причиной снижения их численности.

В настоящей статье дана оценка условиям нагула и обитания молоди лососей, в частности горбуши, в осенне-зимний период 2019/2020 гг., и проведено сравнение полученных оценок с данными предыдущих лет. Основная цель этих исследований — выяснить могли ли данные условия стать причиной слабых возвратов горбуши в 2020 г.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исходными первичными материалами являются данные о фоновых условиях, видовом составе, распределении, обилии и питании гидробионтов, собранные при проведении ТИНРО морских экспедиций осенью в западной части Берингова и Охотском морях и в зимне-весенний период в северо-западной части Тихого океана. Исследования проводили на однотипных научно-исследовательских судах типа СТМ-833 (НИС «ТИНРО» и «Профессор Кагановский»).

Траления выполнялись разноглубинными тралами 80/376, 80/396 м с мелкоячейной вставкой в кутце. Скорость тралений в среднем составляла 4,6 узла, при средней площади облова трала

за 1 час 0,417 км². Вертикальное раскрытие трала в среднем составляло 33,1 м, горизонтальное — 48,5 м. После поднятия трала на борт судна, проводился полный разбор уловов гидробионтов. Всех рыб, головоногих моллюсков, гидроидных и сцифоидных медуз и прочих беспозвоночных определяли до вида, просчитывали, проводили массовые промеры и взвешивали. Промысловых и наиболее массовых видов подвергали полному (или неполному) биологическому анализу (далее по тексту ПБА), осуществляли сбор трофологических и иных проб. Численность и биомассу видов нектона рассчитывали по стандартной методике, принятой в практике проведения ТИНРО-центром аналогичных экосистемных съёмок и подробно описанных в ряде публикаций (Волвенко, 1998, Нектон ..., 2004, 2005, 2006; Макрофауна ..., 2011, 2012).

Сбор и обработку проб планктона проводили параллельно с ихтиологическими исследованиями по методике, принятой в ТИНРО (Волков, 1996, 2008). Во всех рейсах для облова планктона применяли одинаковое орудие лова — большую сеть Джели (БСД), со стандартными параметрами: диаметром входного отверстия 38 см (с площадью 0,1 м²) и фильтрующим конусом из капронового сита № 48 (с размером ячеек 0,168 мм) (Современные методы ..., 1983; Волков, 2008). Во время съёмок выполняли тотальные обловы планктона по сетке станций (которая совпадала с сеткой траловых и гидрологических станций) в двух слоях эпипелагиали — 0–50 и 0–200 м, как в дневное, так и в ночное время суток. С учётом экологии видов и для получения реальных оценок обилия планктона были использованы поправки на уловистость сети БСД, предложенные частично на основании имеющихся публикаций (Кули-

кова, 1954; Грезе и др., 1975; Виноградов, Шушкина, 1983, 1987; Тимонин 1983; и др.), а частично по экспертным оценкам (Горбатенко, Долганова, 2007).

Сбор и первичная обработка материалов по питанию рыб выполнена по стандартным методикам (Руководство., 1986; Чучукало, 2006; Волков, 2008). Индекс наполнения желудков (далее по тексту ИНЖ), показывающий интенсивность питания рыб, получали в результате количественно-весовой обработки. ИНЖ рассчитывали путём деления веса пищевого комка на общую массу рыбы, умножая на 10000 для мирных рыб (ИНЖ выражается процимиллах, ‰).

Для оценки пищевой обеспеченности были использованы:

– показатель З/Н, рассчитанный как отношение запаса планктона (т/км^2) в слое эпипелагиали к биомассе нектона (т/км^2) в этом же слое, показывающий сколько единиц потенциальных планктонных ресурсов приходится на единицу нектона;

– коэффициент использования кормовой базы, рассчитанный как отношение рациона нектона (суточного или сезонного), к биомассе кормовых организмов (без учёта продукции).

Для визуализации данных по материалам экспедиций, а также с использованием нектонной базы данных «Траловая макрофауна пелагиали северной Пацифики» (№ в гос. реестре 2014620536) и базы данных «Сетной зоопланктон северной Пацифики 1984–2013» были построены графики, рисунки и таблицы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Условия нагула молоди горбуши в осенний период в глубоководных котловинах Берингова и Охотского морей

В осенний период молодь тихоокеанских лососей для нагула исполь-

зует глубоководные котловины морей (Шунтов, Темных, 2008). В Беринговом море в пределах российских вод основным районом концентрации молоди лососей является Командорская и юго-западная часть Алеутской котловины, а в Охотском море — главным образом центральная и южная котловины, а также районы Ионо-Кашеваровский и Впадина ТИПРО. Летом в этих районах численность молоди не очень высокая, но осенью, после того как она покидает шельфовые воды, её численность в глубоководных районах увеличивается значительно (Шунтов и др., 2010; Шунтов, Темных, 2008; Naydenko, Somov, 2019). Наиболее быстрое распределение молоди горбуши в эпипелагиали открытых районов происходит в сентябре (Бирман, 1985; Шунтов, 1994; Ерохин, 2002; Шунтов, Темных, 2008). Именно воды глубоководных котловин используются для нагула молодь лососей до момента их выхода в океан. Соответственно условия (кормовые и гидрологические) обитания лососей в этот период имеют немаловажное значение для становления/формирования их морской/океанической жизненной формы (с теми продукционными и биоэнергетическими характеристиками, которые позволяют молоди мигрировать в океан и выжить в зимне-весенний период).

В Беринговом море по многолетним данным обилие молоди лососей от раннего лета к осени в Командорской и Алеутской котловинах увеличивается в 33 и 21 раз, соответственно (рис. 1).

Численность сеголеток горбуши в данном регионе в чётные годы скачка выше, чем в нечётные годы (Темных, 2004; Шунтов, Темных, 2008, 2011; Бугаев и др., 2019). В 2000-е гг. самую высокую численность (1,0–1,3 млрд экз.) сеголеток горбуши, учтённую по данным траловых съёмок, отмечали в 2008,

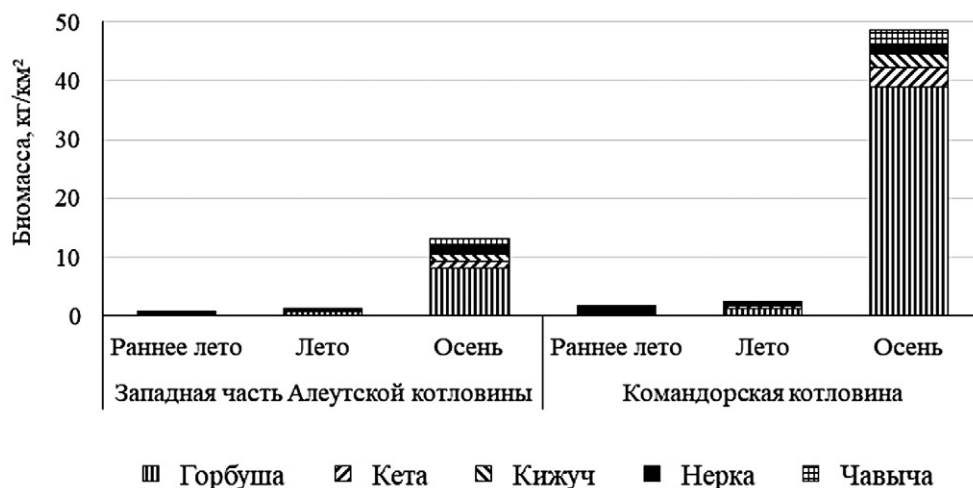


Рис. 1. Динамика биомассы (кг/км²) молоди лососей в верхней эпипелагиали (0–50 м) глубоководных котловин Берингова моря в течение летне-осеннего периода по данным нектонных съёмов 2000-х гг. (Naydenko, Somov, 2019).

2010 и 2018 гг. (Шунтов и др., 2008, 2010; Шунтов, Темных, 2010, 2018; Старовойтов и др., 2018) (рис. 2).

Но в 2014, 2016 и 2018 гг. на урожайный промысловый уровень вышли поколения воспроизводства горбуши чётного ряда лет (Бугаев и др., 2018). Численность молоди горбуши от производителей 2018 г. в верхней эпипелагиали глубоководной части Берингова моря осенью 2019 г. была оценена 153,6 млн экз. (Старовойтов и др., 2019). Ожидаемая величина возврата горбуши Кара-

гинской подзоны в 2020 г. согласно зависимости «учёт в море — численность возврата» была определена в диапазоне 45–60 млн особей, а прогнозируемый объём вылова с учетом оптимального пропуска — в 60 тыс. т (Темных и др., 2019), а в последствии увеличен до 78,8 тыс. т. Однако, как показали результаты лососевой путины 2020 г., численность подхода горбуши не достигла ожидаемой величины. В связи с этим появились предположения, объясняющие низкие возвраты, в том числе, и об

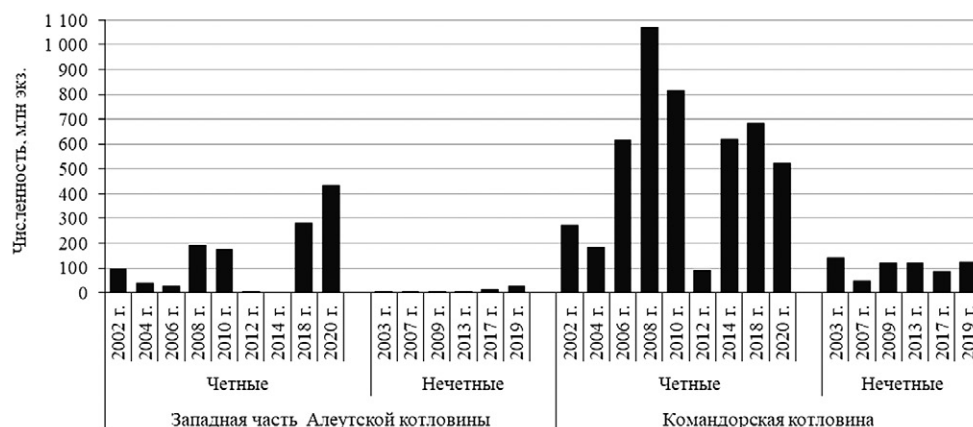


Рис. 2. Численность (млн экз.) сеголеток горбуш в верхнем слое эпипелагиали в глубоководных котловинах западной части Берингова моря осенью 2002–2020 гг. (База данных «Траловая макрофауна пелагиали северной Пацифики», № в гос. реестре 2014620536; Старовойтов, 2017; Старовойтов и др., 2018, 2019, 2020).

ухудшении условий нагула в осенний и зимне-весенний периоды.

Для оценки межгодовой изменчивости пищевой обеспеченности молоди лососей осенью в Беринговом море использовали данные о составе и запасах кормовой базы лососей, обилии потребителей кормовых ресурсов, а также на кормленности рыб и составе их пищевых рационов.

В западной части Берингова моря в многолетней динамике количественных показателей обилия зоопланктона, составляющего значительную долю рациона лососей, не отмечено резких и значительных колебаний, за исключением отдельных случаев. В 2000-е гг. общая биомасса зоопланктона изменялась не более чем в 1,5–2,0 раза, а минимальные значения в глубоководной части

Берингова моря осенью не опускались ниже 580 мг/м^3 в слое 0–50 м и 295 мг/м^3 в слое 0–200 м (рис. 3). Среднегодовые показатели обилия зоопланктона в осенний период составили 1059 и 901 мг/м^3 в слое эпипелагиали 0–50 м Командорской и западной части Алеутской (далее по тексту з/ч Алеутской) котловин соответственно. В слое 0–200 м данные показатели были ниже и составили 625 и 617 мг/м^3 в этих районах соответственно.

Обилие потребителей зоопланктонных ресурсов в верхней эпипелагиали исследуемых районов в 2000-е гг. изменялось от 0,1 до $2,8 \text{ т/км}^2$. Однако при высокой учтенной в этом слое биомассе мезопелагических рыб этот показатель может достигать $7,1 \text{ т/км}^2$. В зависимости от обилия кормовой базы и её по-

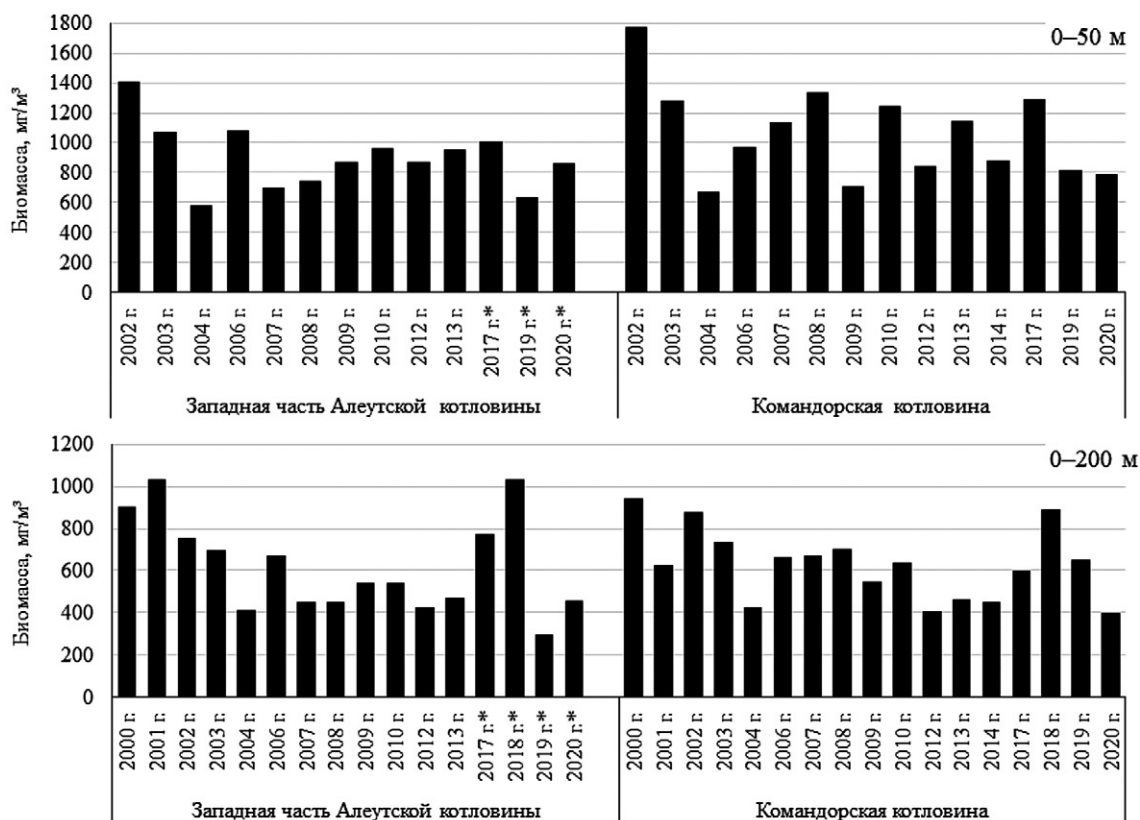


Рис. 3. Динамика биомассы (мг/м^3) зоопланктона в слоях эпипелагиали 0–50 и 0–200 м глубоководных котловин Берингова моря осенью 1986–2020 гг. (База данных «Сетной зоопланктон северной Пацифики 1984–2013», 2016; с дополнениями за 2014–2020 гг.).

Примечание: * — площадь районов обследована не полностью.

требителей, изменялся показатель, показывающий сколько единиц зоопланктона приходится на единицу нектона.

В верхнем слое эпипелагиали Командорской котловины в 2004, 2008, 2009, 2012–2014, 2019, 2020 гг. на одну тонну нектона приходилось 20–26 т зоопланктона, при среднемноголетнем (за 2002–

2020 гг.) значении — 32 т. В 2010 и 2017 гг. этот показатель достигал 67 т и 78 т соответственно. В западной части Алеутской котловины среднемноголетнее, а также минимальные и максимальные значения этого соотношения были ниже (табл. 1).

Следует отметить, что показатель соотношения кормовых ресурсов на

Таблица 1. Соотношение (т) запаса зоопланктона, биомассы рыб и кальмаров в верхнем слое эпипелагиали глубоководных котловин Берингова моря осенью 2002–2020 гг.

Котловина	Годы															Средняя
	2000-е								2010-е							
	02	03	04	06	07	08	09	10	12	13	14*	17	18*	19	20	
Командорская	33	35	32	20	40	24	25	67	26	31	24	78	н/д	25	23	32
з/ч Алеутской	10	29	23	22	26	24	33	65	24	36	н/д	438	н/д	22	50	26

Примечание: * Площадь районов обследована не полностью, н/д — нет данных.

единицу нектона рассчитан, без учета продукции зоопланктона и обилия мелкоразмерного нектона (составляющего весомую часть рациона рыб и кальмаров).

В 2000-х гг. в глубоководной части Берингова моря отмечали совершенно разные комбинации показателей высокого/среднего/низкого обилия пищи и её потребителей в верхнем слое эпипелагиали. Именно в этом слое происходит основное питание лососей (Чучукало, 2006). Однако, даже при одновременно высоком обилии нектона (в том числе и молоди лососей), пониженной биомассе зоопланктона и, соответственно, низком соотношении запаса зоопланктона и биомассы нектона («З/Н»), например, в 2006 и 2014 гг., такой показатель как накормленность молоди горбуши был на среднем и высоком уровнях, а основу её пищевого рациона (от 70 до 90%) формировали гиперииды, птероподы и эвфаузиды, которые обычно имеют первостепенное значение в питании лососей. Вряд ли только кормовые условия

осенью обеспечили хорошие возвраты горбуши на следующий год, но её вылов на Восточной Камчатке (Карагинский и Петропавловско-Командорский районы) в 2007 и 2015 гг. был вполне высоким — 71 и 89 тыс. т, соответственно¹.

Самую высокую, учтенную по траповым уловам, численность молоди горбуши в Командорской котловине отмечали в 2008, 2010 и 2018 гг.— 1070, 816 и 683 млн экз. соответственно, когда плотность сеголеток достигала 4,3; 3,3 и 2,8 тыс. экз./км². Кормовые условия горбуши в эти годы различались. Удельная биомасса зоопланктонных ресурсов в данном районе была на высоком уровне, достигая 1245–1336 мг/м³ в слое 0–50 м и 637–891 мг/м³ в слое 0–200 м (рис. 3). Но общая биомасса рыб и кальмаров, потребителей кормо-

¹ Здесь и далее по тексту приведены официальные данные вылова, предоставленные территориальными органами Росрыболовства, и опубликованные в Бюллетенях изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке в 2009–2020 гг.

вых ресурсов, в верхнем слое эпипелагиали наиболее высокой — 706 тыс. т (или 2,8 т/км²), была в 2008 г., а в 2010 и 2018 гг. составила 232 и 296 тыс. т (0,9 и 1,2 т/км²) соответственно. Количество зоопланктонной пищи, приходящейся на единицу нектона в 2008 г. было ниже, чем в 2010 и 2018 гг. (табл. 1). В эти годы в питании молоди горбуши доминировали амфиподы, достигающие 56–61 % рациона, а накормленность рыб была на среднем уровне (рис. 4). Однако в 2008 г. в пище сеголеток горбуши отмечали повышенную долю сагитт 17% (при их среднемноголетней доле в рационе 2%), размеры были на 1,0–1,5 см меньше среднемноголетних показателей и молодь почти на две недели раньше уходила в районы зимнего обитания (Шунтов и др., 2008; Темных, 2009). Выше перечисленные факты указывают на возможность действия фактора плотности. Тем не менее, ушедшее в районы зимнего обитания поколение горбуши 2008 г. ската обеспечило хорошие возвраты половозрелых рыб в следующем году. Вылов горбуши на восточной Камчатке в 2009 г. составил 140 тыс. т. Довольно высокими были возвраты горбуши и от поколения рыб скатившихся

в 2010 и 2018 гг. Вылов горбуши в 2011 и 2019 гг. составил 182 и 227 тыс. т соответственно. Таким образом, можно констатировать, что ни фактор плотности, ни пищевая обеспеченность в период миграций молоди горбуши из прибрежья в открытые воды и во время зимнего обитания в океане в эти годы не повлияли на численность рыб вернувшихся на нерест.

Количественные оценки зоопланктона, полученные в 2019 г. были ниже, чем в предыдущие годы, составляя 811 и 635 мг/м³ в слое 0–50 м и 649 и 295 мг/м³ в слое 0–200 м Командорской и з/ч Алеутской котловин, соответственно. Но, это были не самые низкие показатели за рассматриваемый период лет (рис. 3). При этом биомасса четырех групп зоопланктона (эвфаузиид, амфипод, копепод и птеропод), имеющих наибольшее значение в питании лососей, в этих районах отличалась от среднемноголетних значений в 1,5 и 1,3 раза, соответственно. Накормленность молоди горбуши в Командорской котловине была средняя: ИНЖ рыб с длиной тела АС по Смитту, равной 10–20 и 20–30 см, составляли 91 и 125‰, соответственно. В з/ч Алеутской котловины горбу-

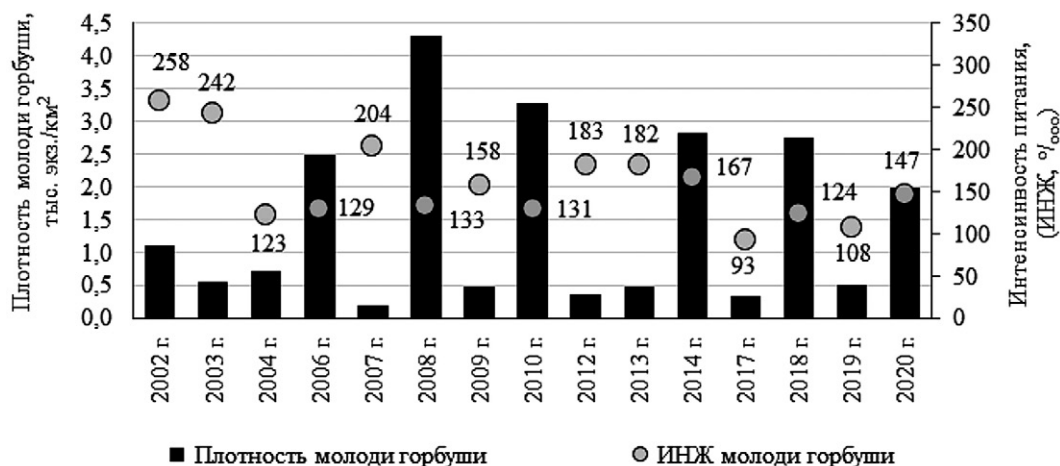


Рис. 4. Плотность (тыс. экз./км²) молоди горбуши и ИНЖ (‰) в верхнем слое эпипелагиали Командорской котловины Берингова моря осенью 2000-х гг. Цифры — значение ИНЖ (‰) (Найденко и др., 2020).

ша питалась более интенсивно, ИНЖ рыб с длиной тела АС по Смитту, равной 10–20 и 20–30 см, достигали 226 и 164‰, соответственно. В рационе сеголеток в обеих котловинах доминировали гиперииды, декаподы и нектонная пища. При этом в Командорской котловине, где обилие молоди рыб и кальмаров было выше, по сравнению с другими районами, их доля в рационе лососей превышала 50% (Найденко и др., 2020). Суточный коэффициент использования зоопланктонных ресурсов верхней эпипелагиали нектонным населением был невысоким — 0,0004. Все эти данные

свидетельствуют в пользу вполне удовлетворительных для лососей кормовых условий, сформировавшихся осенью 2019 г. в глубоководной части Берингова моря.

В Охотском море суммарная численность сеголеток горбуши осенью 2019 г. в верхней эпипелагиали была оценена в 554,8 млн экз. (или 69,9 тыс. т). Средний улов на усилие составил 140 экз./траление, что было почти в 2 раза ниже среднегодового показателя (рис. 5).

С учетом экстраполяции на площадь, неохваченную тралениями, предположили, что численность молоди

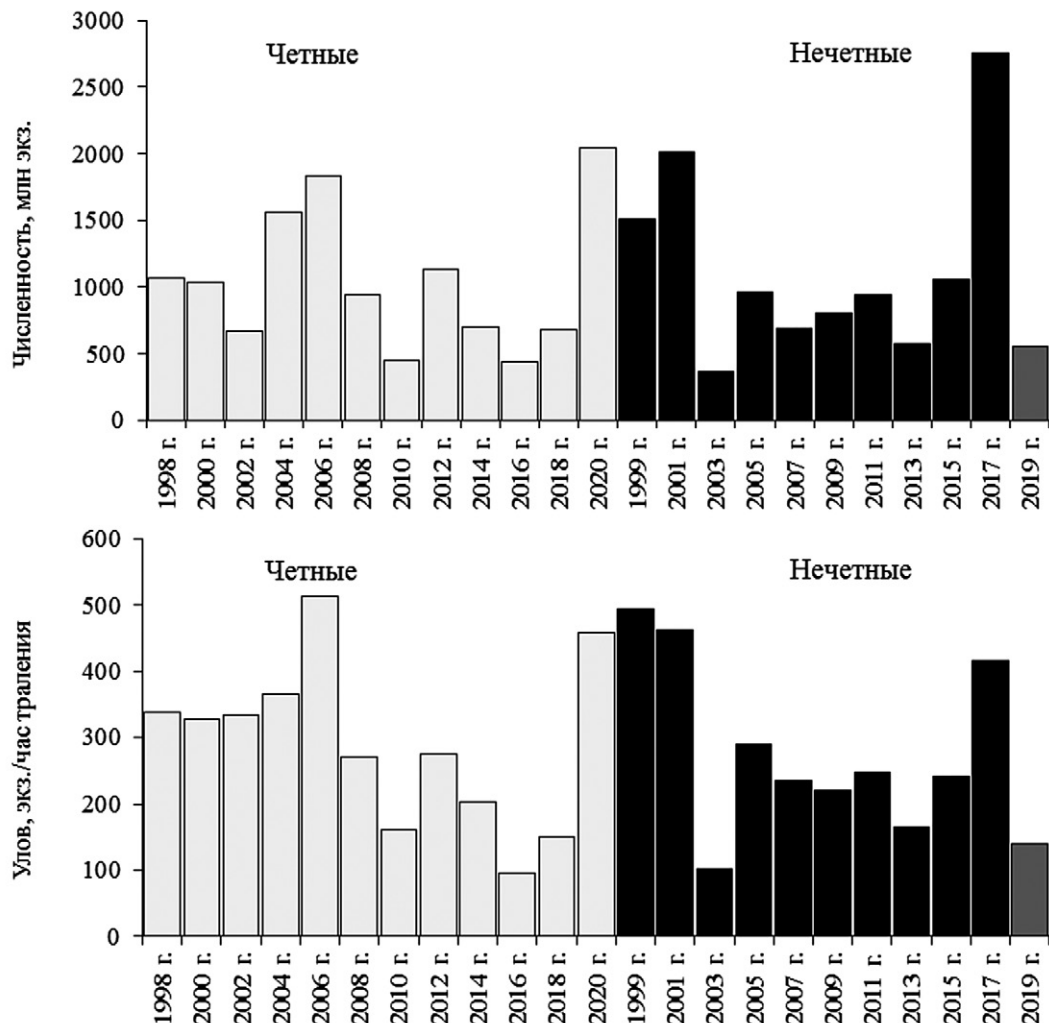


Рис. 5. Численность (млн экз.) и средние значения уловов на усилие (использованы только результативные траления, в экз./час траления) сеголеток горбуши в Охотском море осенью 1998–2020 гг. (Старовойтов и др., 2019, с добавлениями за 2020 г.)

горбуши, вышедшей в открытые воды Охотского моря осенью 2019 г. была ниже численности, учтённой в нечётный 2017 г. (2,7 млрд экз.) и не превышала 1 млрд экз (Старовойтов, 2017; Старовойтов и др., 2019). Общая численность подхода горбуши в охотоморский бассейн ожидалась около 130–140 млн экз., а прогнозируемый объём вылова был определён в 133 тыс. т. Вылов горбуши в охотоморском бассейне в 2020 г. составил 86% от прогнозной величины. При этом, если на Западной-Камчатке (включая Камчатско-Курильскую подзону) вылов превысил прогнозную оценку почти на 39 тыс. т и составил 111 тыс. т, то в Магаданской области, в бассейне р. Амур, на Восточном Сахалине и Южных Курилах он был ниже ожидаемых оценок.

Следует отметить, что после откочевки из прибрежья в глубоководные районы моря молодь горбуши разных охотоморских стад образует смешанные скопления, и до миграций в океан нагуливается при одинаковых условиях. Среднемолодняк за 2007–2019 гг.

удельная биомасса зоопланктона в слое 0–50 м в основных районах осеннего нагула лососей — центральной и южной котловинах, составила 623 и 615 мг/м³ соответственно. Осенью 2019 г. удельная биомасса зоопланктона в этих районах была несколько выше — 800 и 640 мг/м³ (рис. 6).

Рассчитанный запас зоопланктонных ресурсов для всей обследованной акватории осенью 2019 г. оценен в 19 353 тыс. т. В то время как обилие рыб и кальмаров по данным траловых уловов в этот год было невысоким, составляя всего 441 тыс. т (или 0,8 т/км²) (рис. 6). С учетом этих оценок в верхнем слое эпипелагиали всех обследованных районов на одну тонну нектона приходилось 44 т зоопланктона. Для сравнения осенью 2012, 2013 и 2015 гг. данный показатель был на уровне 25–37 т, а в 2010 и 2016 гг. достигал 109 и 90 т соответственно. Осенью 2019 г. нагульная молодь горбуши довольно активно питалась: ИНЖ рыб варьировали от 84 до 307‰. В глубоководной центральной

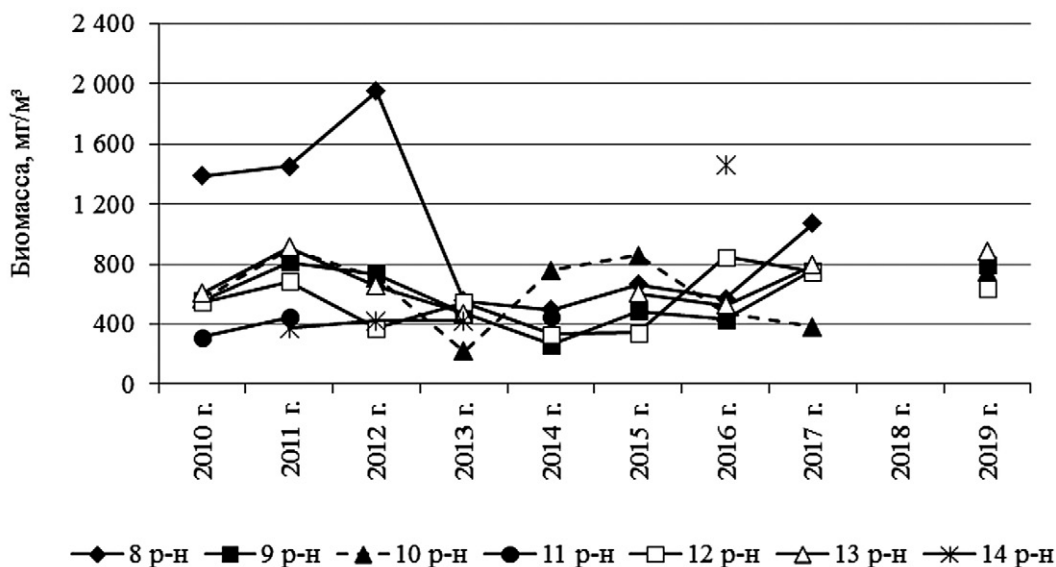


Рис. 6. Динамика удельной биомассы (мг/м³) зоопланктона в слое эпипелагиали 0–50 м разных районов Охотского моря осенью 2010–2019 гг. (8 р-н — югозападнокамчатский район, 9 р-н и 12 р-н — центральная и южная котловины, 10 р-н — восточносахалинский шельф, 13 р-н — среднекурильский район).

котловине, где плотность молоди горбуши была наибольшей, ИНЖ рыб составляли 116‰, а основу питания формировали амфиподы и эвфаузииды — 73 и 14% рациона соответственно. Амфиподы доминировали в пище сеголеток, достигая 78–98% рациона, и в районах восточносахалинского шельфа, южной котловины и прикурильских вод. Узкий пищевой рацион, включающий, главным образом, предпочитаемые кормовые организмы, обычно рассматривается как показатель хорошей обеспеченности рыб пищей.

В тоже время, стоит отметить, что даже при одинаковых благоприятных условиях нагула в осенний период, выживание молоди разных стад зимой в океане может варьировать. Это обусловлено тем, что биоэнергетический потенциал рыб в пресноводный и прибрежный периоды в разных районах формируется при воздействии комплекса различных факторов, что, соответственно, определяет разные стартовые условия молоди для ее миграций в глубоководные районы моря и последующего нагула в океане зимой.

В целом можно заключить, что осенью 2019 г. пищевая обеспеченность молоди горбуши в эпипелагиали Охотского и западной части Берингова морей находилась на уровне среднемноголетних значений и не могла быть фактором, который оказал негативное влияние на формирование численности возврата половозрелых рыб.

*Условия нагула молоди горбуши
в зимне-весенний период в Тихом океане*

Большую часть своей ихтиомассы горбуша наращивает в период зимне-весеннего нагула, успешность которого определяется комплексом абиотических и биотических факторов. Основным местом зимнего обитания охотоморской и японской горбуши, являются воды западной части северной Пацифики. В центральной части зимуют, главным образом западноберингово-морские и восточнокамчатские стада, и лишь небольшая часть западнокамчатской и восточносахалинской горбуши. Этот район также является периферийной нагульной областью для горбуши американских стад, т. к. нагул основной

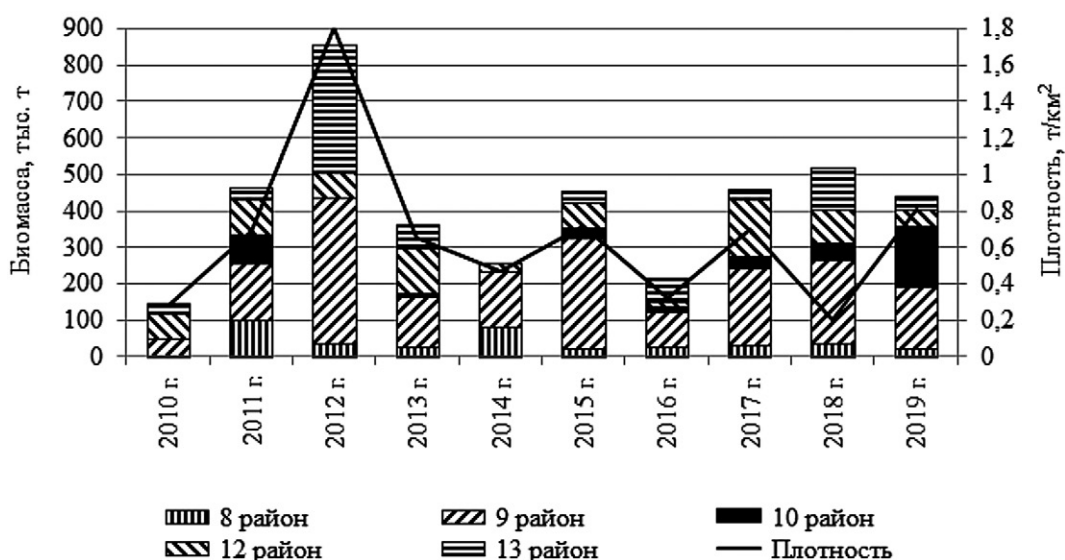


Рис. 7. Динамика биомассы (тыс. т) рыб и кальмаров в верхнем слое эпипелагиали разных районов Охотского моря осенью 2010–2019 гг. (названия районов приведены на рисунке 6).

ее части проходит в восточных районах северной части Тихого океана (СТО) (Takagi et al., 1981; Ogura, 1994; Бирман, 1985; Атлас ..., 2002; Шунтов, Темных, 2008, 2011; The Ocean..., 2018).

В местах нагула горбуши азиатских стад, с 2015 г. отмечали «сжатое» состояние западного круговорота. При данном состоянии наблюдаются сокращение на участке океанской ветви Восточно-Камчатского течения площади субарктических вод берингоморского происхождения и смещение их южной границы на северо-запад, а также высокая интенсивность теплых затоков со стороны ветвей течений Куроисио и Алеутского и положительные аномалии температуры поверхности океана (ТПО). Все это определяет зимы как «мягкие». Насколько «сжатым» было состояние макрокруговорота зимой 2020 г., можно судить по расположению изотерм 3,5 и 8,0 °C на рисунке 8.

Поскольку лососи приурочены к водным массам с определённой вертикальной термохалинной структурой и циркуляционными полями, то при «сжатом»

состоянии и смещении водных масс к северу и северо-западу, распределение лососей российских стад также смещается к северу и северо-западу (Фигуркин, Найдено, 2013).

По конфигурации изотерм в пределах акватории СТО в зимний период (использованы данные только для февраля-марта) 2020 г. не сильно отличался от 2018 и 2019 гг. (рис. 9), когда возвраты горбуши были вполне высокими в линии как чётных, так и нечётных лет.

Исходя из данных ежемесячного анализа NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration — Национальное управление океанических и атмосферных исследований США) параметров водной среды и атмосферы в Тихом океане (NOAA's National Weather Service (NWS): <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/GODAS/>), где обязательно указываются любые отклонения, и, в первую очередь, крупные, в первое полугодие 2020 г. явление Эль-Ниньо было нейтральным и какого-либо воздействия на

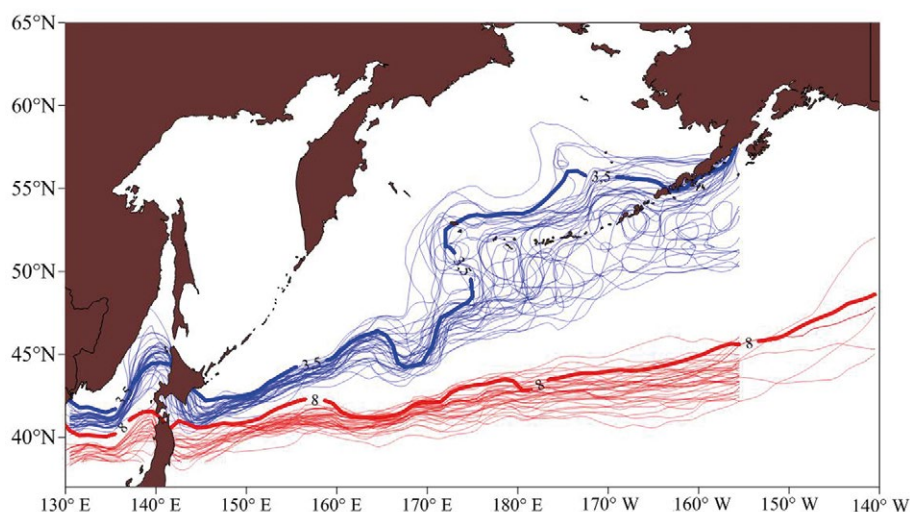


Рис. 8. Положения южной границы субарктических вод (изотерма 3,5 °C — синие линии) и северной границы субтропических вод (изотерма 8 °C — красные линии) в феврале-марте 1982–2020 гг. Жирным выделены изотермы 2020 г. (построено по данным сайта NOAA's National Weather Service (NWS): <http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.noaa.oisst.v2.html> о средней температуре поверхности океана в одноградусных квадратах; (Фигуркин, Найдено, 2013, с добавлением данных за 2013–2020 гг.).

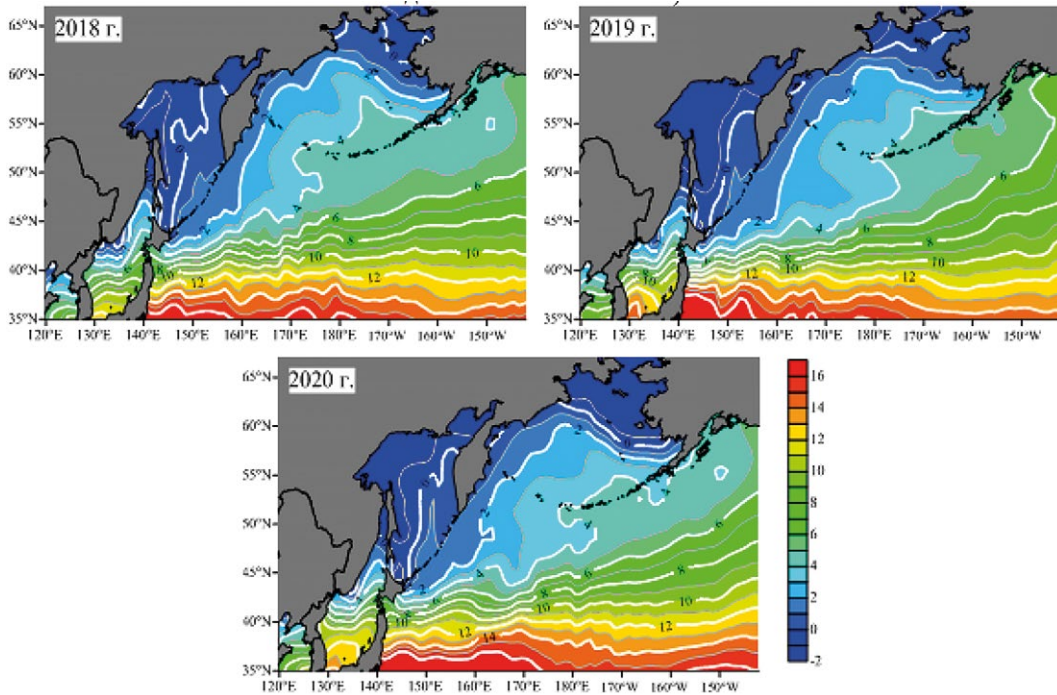


Рис. 9. Распределение температуры поверхности воды (ТПО, °C) в Северной Пацифике в феврале-марте 2018–2020 гг. (построено по данным сайта NOAA's National Weather Service (NWS): <http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.noaa.oisst.v2.html> о средней за февраль-март температуре поверхности океана в одноградусных квадратах; (Найденко и др., 2020)

север океана оказать не могло, а индекс PDO (Pacific Decadal Oscillation — Тихоокеанское декадное колебание) был слабо отрицательным, что исключает сильное потепление на севере океана. Только на северо-востоке океана выделялась область положительных аномалий в зал. Аляска, получившая название «Blob 2», в которой аномалия температуры превышала $+3^{\circ}\text{C}$ (NOAA's National Weather Service (NWS): <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/GODAS/>) (первый «Blob» отмечали в 2013–2016 гг. [Bond et al., 2015]). По данным сайта NEAR-GOOS Regional Delayed Mode Data Base: <https://ds.data.jma.go.jp/gmd/goos/data/rrtdb/jma-pro.html>, именно в восточной части СТО четко наблюдался тренд на увеличение температуры поверхности воды зимой и весной. Но при этом, в данном районе область положительных аномалий ТПО в 2020 г. располагалась южнее, чем в 2019 г. (PICES Press: [\[meetings.pices.int/publications/pices-press/volume28/PPJul2020.pdf#page=29\]\(https://meetings.pices.int/publications/pices-press/volume28/PPJul2020.pdf#page=29\)\). Кроме этого, аномалии ТПО зимой 2020 г. были незначительно выше аномалий 2019 г., и ниже значений 2018 г.](https://</p>
</div>
<div data-bbox=)

Вышеприведенные данные свидетельствуют в пользу того, что зимой 2020 г. в Северной Пацифике каких-либо масштабных сдвигов в состоянии климато-океанологической обстановки не произошло. Следует также учесть, что потепление в северном полушарии не наступило «вдруг», а продолжается уже почти 40 лет, что отмечено в большом количестве публикаций (Risbey et. al., 2014; Yao et. al., 2016; Логинов, Лысенко, 2019; Бардин и др., 2020;). С этой точки зрения вряд ли условия только одного 2020 г. стали «вдруг» результатом наблюдаемого потепления. В некоторые годы аномалии температуры относительно нормы были заметно выше или ниже, и они, как правило, раз-

личались по отдельным участкам Северной Пацифики даже в течение одного года. Соответственно влияние климато-океанологических процессов на планктонное население в разных районах такой огромной акватории имело существенные отличия.

По результатам исследований, проведенных в северной части Тихого океана в январе-феврале 2006 г. в рамках программы Беринговоморско-алеутской лососевой международной съёмки (BASIS), а также в феврале-апреле 2009–2011 гг., в планктонных сообществах эпипелагиали среди крупноразмерного планктона повсеместно доминировали копеподы, щетинкочелюстные, эвфаузииды и амфиподы, т. е. группы, составляющие основу зоопланктонной части рациона лососей зимой (Волков, 2006, 2007; Кузнецова, Ефимкин, 2010; Найдено и др., 2010; Кузнецова и др., 2011; Найдено, Темных, 2016). Большое количество опубликованных материалов (Гейнрих, 1961; Гелетин, 1975; Погодин, 1981; Бродский, 1983; Чучукало и др., 1989; Пономарева, 1990; Кузнецова, 1996; Чучукало и др., 1996, 2013; Шебанова, 1997; 2016; Кузнецова, Ефимкин, 2010; Шебанова и др., 2011, 2012; Кузнецова и др., 2011; Miller et al., 1984; Kobari, Ikeda, 1999, 2001; Tsuda et al., 1999; Nagasawa et al., 2001) по экологии зоопланктонных видов, а также данные о количественном их распределении, свидетельствуют о том, что в зимние и весенние месяцы в эпипелагиали идет постоянная смена обилия представителей планктона (разных стадий и размерно-возрастных групп). Это связано с подъёмом половозрелых рачков в верхние слои для размножения, нахождения там младших стадий и молоди или откорма молодых особей. Все эти виды имеют разные экологические характеристики, реализуют свой биотический потенциал при оди-

наковых (или отличающихся) условиях среды по-разному. Поэтому на происходящие изменения среды они будут реагировать в разной степени и однонаправленного снижения или увеличения биомассы всех видов не произойдет. К тому же многие массовые виды зоопланктона проводят часть жизненного цикла на больших глубинах, и в этот период не зависят от температуры поверхности океана, а более теплые и мягкие зимы способствуют растянутым срокам их нереста и нахождения в верхних слоях эпипелагиали, что является благоприятным фактором для формирования условий нагула лососей. Так, в феврале-апреле 2009–2011 гг. на некоторых участках западной и центральной частей СТО в верхней эпипелагиали наблюдали значительные концентрации копепод (более 1000 и до 4600 мг/м³) и эвфаузиид (более 1000 и до 7800 мг/м³). Максимальные биомассы этих рачков отмечались главным образом в темное время суток, но высокое их обилие, особенно копепод, наблюдалось и днем. На таких скоплениях кормовых организмов, по всей видимости, и проходит основной откорм лососей в зимне-весенний период. Например, в центральной части СТО (где зимует главным образом восточнокамчатская горбуша) в феврале-марте 2009 г., на отдельных станциях ИНЖ горбуши были на уровне 300–611‰, а в питании доминировали эвфаузииды, обилие и доступность которых на этих участках были высокими. В западной части СТО (где в основном зимуют охотоморские стада горбуши) в марте-апреле ИНЖ более 300‰ отмечали более часто, но в рационе рыб преобладали копеподы, которые в эти месяцы в эпипелагиали были обильными и в темное, и светлое время суток (Найдено и др., 2010).

Судя по состоянию западного субарктического круговорота, аномалиям

ТПО и положению изотерм, климато-океанологическая ситуация зимой 2020 г. в местах нагула российских стад не сильно отличалась от ситуации 2009–2011 гг. Вышеприведенные факты дают основание предположить, что в 2020 г. в составе планктонных сообществ эпипелагиали западной и центральной частей СТО не произошло структурных изменений, которые могли бы повлиять на пищевую обеспеченность лососей, их выживаемость и численность рыб, возвращающихся к местам нереста. Следует также учитывать, что по данным зимних исследований плотность нектонного населения в северо-западной части Тихого океана не превышает 1,0 т/км² и является низким показателем. При этом в зимние и весенние месяцы на одну тонну нектона приходится от 20 до 100 т планктона, не считая молоди рыб и кальмаров, составляющих весомую часть рациона лососей, что немало важно при оценке кормовых условий лососей в период их нагула в океанских водах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на основе данных о запасах кормовых ресурсов и степени их использования, составе и величине рационов лососей, информации о климато-океанологических условиях обитания этих рыб в океане, а также экологии, видовом составе и количественном соотношении зоопланктонных видов в зимне-весенний период, сделаны следующие выводы:

- пищевая обеспеченность сеголеток горбуши осенью 2019 г. в западной части Берингова и Охотском морях находилась на среднемноголетнем уровне и не могла стать причиной низких возвратов половозрелых рыб в 2020 г.;
- зимой-весной 2020 г. в северной части Тихого океана не произошло зна-

чительного изменения термического режима вод, которое повлекло бы за собой структурные перестройки зоопланктонных сообществ, снижение обилия массовых зоопланктонных видов, ухудшение пищевой обеспеченности лососей, и, как следствие, снижение их выживаемости.

Здесь вполне уместно отметить, что по оперативным данным на дату 20 октября 2021 г. промысловый вылов горбуши на побережьях восточной и западной Камчатки составил 203,2 и 175,7 тыс. т. Довольно высокие уловы горбуши свидетельствуют о вполне благоприятных условиях нагула и хорошей выживаемости горбуши осенью 2020 г. в пределах Охотского и Берингова морей и в океане в зимне-весенний период 2021 г. Это также подтверждает выводы о том, что катастрофических изменений в экосистеме Северной Пацифики, в частности в районах зимнего нагула азиатских стад лососей, не произошло.

Факт, что горбуша разных стад (в частности, западнокамчатских и североохотомоских), нагуливаясь в одних и тех же местах при одинаковых условиях, имеет разную выживаемость и возвраты, свидетельствует в пользу того, что осенний нагул молоди лососей в море после выхода из прибрежья и океанический в зимне-весенний период, являются важными этапами жизненного цикла лососей, но решающей роли в формировании их численности они не играют. Определяющее воздействие на формирование динамики численности лососей оказывают, прежде всего, условия пресноводного периода (Шунтов, Темных, 2008, 2011; Radchenko et al., 2013). Смертность же в морской и океанический периоды жизни лососей значительно ниже. Условия нагула лососей в океанический период жизни в первую очередь определяют формирование про-

дукционных характеристик этих рыб, нежели сказываются на их смертности.

К сожалению, на сегодняшний день отсутствуют надежная статистика береговых подходов лососей, в том числе горбуши (в силу ограниченности проведения учётных работ в речных бассейнах); регулярный мониторинг условий обитания молоди в пресноводный и прибрежный периоды; ряд данных о биоэнергетических показателях молоди лососей на всех этапах морского периода жизни; дополнительные и надежные экспресс-методы генетической идентификации стад в море; оценки пресса хищников на численность лососей в море. В таких условиях прогнозирование подходов лососей становится трудной задачей. Однако большие массивы данных, уже накопленные в результате экосистемных исследований морского и океанического периодов жизни этих рыб, могут уже сегодня снять некоторые вопросы и должны учитываться при определении пределов численности рыб, возвращающихся на нерест.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атлас распространения в море различных стад тихоокеанских лососей в период весенне-летнего нагула и преднерестовых миграций* / под ред. Гриценко О.Ф. М.: Изд-во ВНИРО, 2002. 190 с.
- Бардин М.Ю., Ранькова Э.Я., Платова Т.В., и др. Современные изменения приземного климата по результатам регулярного мониторинга // Метеорология и гидрология. 2020. № 5. С. 29–45.
- Бирман И.Б. Морской период жизни и вопросы динамики стада тихоокеанских лососей: монография. М.: Агропромиздат, 1985. 208 с.
- Бродский К.А. Веслоногие ракообразные (Copepoda, Calanoida) морей СССР и со- предельных вод. Т. 1.: монография. Л.: Наука, 1983. 356 с.
- Бугаев А.В., Лепская Е.В., Коваль М.В., и др. Обзор итогов лососевой путины-2020 в Камчатском крае (Сообщение 2): Анализ оправдываемости прогнозов и возможных причин их несоответствия // Бюл. № 15 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО-центр, 2020. С. 141–170.
- Бугаев А.В., Шпигальская Н.Ю., Зикуннова О.В., и др. Аналитический обзор итогов лососевой путины — 2018 (Камчатский край) // Бюл. № 13 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО-центр, 2018. С. 14–40.
- Бугаев А.В., Шпигальская Н.Ю., Зикуннова О.В., и др. Аналитический обзор итогов лососевой путины-2019 (Камчатский край) // Владивосток: ТИНРО-центр, 2019. Бюл. № 14 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. С. 23–52.
- Виноградов М.Е., Шушкина Э.А. Сбор мезопланктона батометрами большого объема // Современные методы количественной оценки распределения морского планктона. М.: Наука, 1983. С. 154–158.
- Виноградов М.Е., Шушкина Э.А. Функционирование планктонных сообществ эпипелагиали океана: монография. М.: Наука, 1987. 240 с.
- Волненко И.В. Проблемы количественной оценки обилия рыб по данным траловых съёмов // Изв. ТИНРО. 1998. Т. 124. С. 473–500.
- Волков А.Ф. О методике взятия проб зоопланктона // Изв. ТИНРО. 1996. Т. 119. С. 306–311.
- Волков А.Ф. Планктон и питание лососей в северной части Тихого океана в зимний период 2006 г. (рейс НИС «Кайо-мару», Япония) // Изв. ТИНРО. 2006. Т. 147. С. 265–275.
- Волков А.Ф. Планктон и питание лососей в северной части Тихого океана в весенний период 2006 г. (рейс НИС «Кайо-мару», Япония) // Изв. ТИНРО. 2007. Т. 149. С. 338–351.

Волков А.Ф. Методика сбора и обработки планктона и проб по питанию нектона (пошаговые инструкции) // Изв. ТИНРО. 2008. Т. 154. С. 405–416.

Гейнрих А.К. Сезонные явления в планктоне Мирового океана. 1. Сезонные явления в планктоне средних и высоких широт // Тр. Ин-та Океанологии. 1961. Т. 51. С. 57–81.

Гелетин Ю.В. Летнее распределение поверхностных копепод Calanoida на северо-западе Тихого океана в связи с температурой воды: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л.: ЗИН АН СССР, 1975. 20 с.

Горбатенко К.М., Долганова Н.Т. Сравнительная уловистость различных типов планктонных сетей высокопродуктивных зон Тихого океана. // Океанология. 2007. Т. 47. № 2. С. 225–232.

Горохов М.Н., Волобуев В.В., Голованов И.С., и др. Лососевая путина — 2020 в Магаданской области // Бюл. № 15 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО-центр, 2020. С. 61–66.

Грезе В.Н., Баландина Э.П., Билева О.К., Макарова Н.П. Эффективность работы орудий лова планктона и оценка реальной численности элементов пелагического биоценоза // Гидробиол. журн. 1975. Т. 11, № 4. С. 108–111.

Ерохин В.Г. Биология молоди тихоокеанских лососей в прикамчатских водах Охотского моря: дис. ... канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский, 2002. 145 с.

Кузнецова Н.А. Некоторые черты биологии *Euphausia pacifica* в субарктических водах северо-западной части Тихого океана // Изв. ТИНРО. 1996. Т. 119. С. 244–255.

Кузнецова Н.А., Ефимкин А.Я. Характеристика планктонных сообществ в западной части Субарктического фронта Северной Пацифики в зимне-весенний период 2010 г. // Владивосток: ТИНРО-центр, 2010. Бюлл. № 5 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». С. 164–177.

Кузнецова Н.А., Радченко К.В., Овсянников Р.Г. Состояние планктонных сообществ в районе зимовок тихоокеанских лососей в СЗТО в зимне-весенний период 2011 г. // Владивосток: ТИНРО-центр, 2011. Бюл. № 6 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. С. 148–158.

Куликова Е.Б. Сравнительная уловистость нескольких типов планктонных сетей // Тр. Ин-та Океанологии. 1954. Т. 11. С. 233–237.

Логинов В.Ф., Лысенко С.А. Оценка роли Тихого океана в изменениях современного климата // Изв. РАН. Серия географическая. 2019. № 3. С. 3–12.

Макрофауна пелагиали западной части Берингова моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1982–2009. видов // Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. Владивосток: ТИНРО-центр, 2012. 480 с.

Макрофауна пелагиали северо-западной части Тихого океана: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1997–2009 / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. Владивосток: ТИНРО-центр, 2011. 616 с.

Найденко С.В., Старовойтов А.Н., Куренкова и др. Питание тихоокеанских лососей в зоне Субарктического фронта в зимне-весенний период 2009 г. // Изв. ТИНРО. 2010. Т. 161. С. 142–161.

Найденко С.В., Темных О.С. Выживаемость тихоокеанских лососей в зимне-весенний период в Северной Пацифике // Изв. ТИНРО. 2016. Т. 185. С. 67–94.

Найденко С.В., Хен Г.В., Фигуркин А.Л., и др. Условия нагула молоди горбуши в западной части Берингова моря осенью 2019 г. и в океане зимой 2020 г. // Владивосток: ТИНРО-центр, 2020. Бюл. № 15 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. С. 171–195.

Найденко С.В., Хоружий А.А. Пищевая обеспеченность нектона эпипелагиали прикурильских вод Тихого океана в летние периоды 2000-х гг. // Изв. ТИНРО. 2014. Т. 176. С. 240–260.

Найденко С.В., Хоружий А.А. Трофодинамика нектонных сообществ эпипелагиали северо-западной части Тихого океана в летний и зимний периоды // Изв. ТИНРО. 2017. Т. 188. С. 181–203

Нектон западной части Берингова моря. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов // Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. Владивосток: ТИНРО-центр. 2006. 416 с.

Нектон северо-западной части Тихого океана. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. Владивосток: ТИНРО-центр, 2005. 544 с.

Нектон северо-западной части Японского моря. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2004. 226 с.

Погодин А.Г. Нерест эвфаузиид (Euphausiacea, Crustacea) в водах северной части Татарского пролива // Генетика и размножение морских животных. Владивосток, 1981. С. 196–203.

Пономарева Л.А. Биология эвфаузиид Мирового океана: монография. М.: Наука, 1990. 212 с.

Руководство по изучению питания рыб / Сост. А.Ф. Волков, В.И. Чучукало. Владивосток: ТИНРО, 1986. 32 с.

Современные методы количественной оценки распределения морского планктона / под ред. М.Е. Виноградова: монография. М.: Наука, 1983. 279 с.

Старовойтов А.Н. Траловые оценки численности посткатадромной горбуши в западной части Берингова моря в 2017 г. // Бюл. № 12 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО-центр, 2017. С. 136–138.

Старовойтов А.Н., Сомов А.А., Емелин П.О., и др. Состав сообществ нектона и макропланктона и результаты тралового учета посткатадромной молоди горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) в Беринговом

и Охотском морях осенью 2018 г. // Владивосток: ТИНРО-центр, 2018. Бюл. № 13 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. С. 163–167.

Старовойтов А.Н., Шейбак А.Ю., Дудков С.П., и др. Новые данные о составе сообществ нектона и макропланктона и результаты тралового учета посткатадромной молоди горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) в Беринговом и Охотском морях осенью 2019 г. // Владивосток: ТИНРО-центр, 2019. Бюл. № 14 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. С. 146–154.

Старовойтов А.Н., Шейбак А.Ю., Канзепарова А.Н., и др. Состав сообществ нектона и макропланктона и результаты тралового учета посткатадромной молоди горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) в Беринговом и Охотском морях осенью 2020 г. // Владивосток: ТИНРО-центр, 2020. Бюл. № 15 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. С. 196–208.

Темных О.С. Азиатская горбуша в морской период жизни: биология, пространственная дифференциация, место и роль в пелагических сообществах: автореф. дис... докт. биол. наук. Владивосток: ТИНРО-центр, 2004. 47 с.

Темных О.С. Современный статус тихоокеанских лососей в пелагических экосистемах субарктической Пацифики // Бюл. № 4 реализации «Концепции бассейновой программы изучения лососей» Владивосток: ТИНРО, 2009. С. 235–241.

Темных О.С., Шевляков Е.А., Канзепарова А.Н. Дальневосточная лососевая путина-2019 // Бюл. № 14 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО-центр, 2019. С. 3–22.

Тимонин А.Г. Замыкающие планктонные сети для вертикальных ловов мезопланктона // В кн. Совершенные методы количественной оценки распределения морского планктона. М., 1983. С. 15–172.

Фигуркин А.Л., Найденко С.В. Пространственное распределение горбуши в зоне Су-

барктического фронта в зимне-весенний период // Изв. ТИНРО. 2013. Т. 174. С. 69–84.

Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения nekтона и nekтобентоса в дальневосточных морях: монография. Владивосток: ТИНРО-центр, 2006. 484 с.

Чучукало В.И., Кузнецова Н.А., Напазков В.В. Сезонное распределение эвфаузиид в Беринговом и Охотском морях и прилегающих водах Тихого океана // Изв. ТИНРО. 1996. Т. 119. С. 256–281.

Чучукало В.И., Федосова Р.А., Кузнецова Н.А. и др. Возрастная структура массовых видов веслоногих рачков эпипелагиали северо-западной части Тихого океана. ТИНРО. Владивосток, 1989. 27 с. Деп. в ВНИЭРХ, № 6(212), № 1002-рх 89.

Чучукало В.И., Шебанова М.А., Дулепова Е.П., Горбатенко К.М. Жизненные циклы, соматическая продукция эвфаузиид в Охотском море // Изв. ТИНРО. 2013. Т. 173. С. 164–183.

Шебанова М.А. Закономерности сезонного распределения *Neocalanus plumchrus*, *Neocalanus cristatus* и *Eucalanus bungii* (Copepoda, Calanoida) в эпипелагиали Охотского моря // Изв. ТИНРО. 1997. Т. 122. Р. 342–361.

Шебанова М.А. Продукция копепод в западной части Берингова моря в летне-осенний период // Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием «Морские биологические исследования: достижения и перспективы», приуроченная к 145-летию Севастопольской биологич. Станции. Севастополь: ЭКОСИ, Гидрофизика, 2016. Т. 2. С. 477–480.

Шебанова М.А., Дулепова Е.П., Чучукало В.И. Некоторые черты биологии и продукционные характеристики *Oithona similis* (Copepoda) в Охотском и западной части Берингова морей // Изв. ТИНРО. 2011. Т. 166. С. 231–243.

Шебанова М.А., Дулепова Е.П., Чучукало В.И. Некоторые черты биологии и продукционные характеристики *Pseudocalanus newmani* (Copepoda) в Охотском и Берин-

говом морях // Изв. ТИНРО. 2012. Т. 170. С. 163–174.

Шунтов В.П. Новые данные о морском периоде жизни азиатской горбуши // Изв. ТИНРО. 1994. Т. 116. С. 3–41.

Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах. Т. 1.: монография. Владивосток: ТИНРО-центр, 2008. 481 с.

Шунтов В.П., Темных О.С. Лососевая путина-2010: снова рекордный вылов, но только для четных лет // Бюл. № 5 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». Владивосток: ТИНРО-центр, 2010. С. 3–11.

Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах. Т. 2.: монография. Владивосток: ТИНРО-центр, 2011. 606 с.

Шунтов В.П., Темных О.С. Дальневосточная лососевая путина-2018: абсолютный исторический рекорд, обеспеченный камчатской горбушей // Владивосток: ТИНРО-центр, 2018. Бюл. № 13 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. С. 3–13.

Шунтов В.П., Темных О.С., Иванов О.А. Об устойчивости стереотипов в представлениях о морской экологии тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus* spp.) // Изв. ТИНРО. 2017. Т. 188. С. 3–36.

Шунтов В.П., Темных О.С., Куренкова Е.В., Хоружий А.А. К результатам лососевой путины-2008: вылов ниже официального прогноза, но хорошие предпосылки рекордных подходов горбуши 2009 // Владивосток: ТИНРО-центр, 2008. Бюл. № 3 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». С. 3–11.

Шунтов В.П., Темных О.С., Найдено С.В. Ещё раз о факторах, лимитирующих численность тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus* spp., сем. Salmonidae) в океанический период их жизни // Изв. ТИНРО. 2019. Т. 196. С. 3–22. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-196-3-22.

Шунтов В.П., Темных О.С., Найдено С.В., и др. К обоснованию экологической ёмкости дальневосточных морей и субарктической северной Пацифики для пастбищного выращивания тихоокеанских лососей. Сообщение 4. Влияние фактора плотности на обеспеченность тихоокеанских лососей пищей и их роль в потреблении кормовой базы нектона // Изв. ТИНРО. 2010. Т. 161. С. 25–52.

Bond N.A., Cronin M.F., Freeland H., Mantua N. Causes and Impacts of the 2014 Warm Anomaly in the NE Pacific // Geophys. Res. Lett. 2015. V. 42, Iss. 9. P. 3414–3420.

Kobari T., Ikeda T. Ontogenetic vertical migration and life cycle of *Neocalanus plumchrus* (Crustacea: Copepoda) in the Oyashio region, with notes on regional variations in body sizes // J. Plankton Res. 2001. V. 23. P. 287–302.

Kobari T., Ikeda T. Vertical distribution, population structure and life of *Neocalanus cristatus* (Crustacea: Copepoda) in the Oyashio region, with notes on its variations // Mar. Biol. 1999. V. 134. P. 683–696.

Miller C.B., Frost B.W., Batchelder H.P. et al. Life history of large grazing copepods in a Subarctic ocean Gyre: *Neocalanus plumchrus*, *Neocalanus cristatus* and *Eucalanus bungii* in the Northeast Pacific // Progr. Oceanogr. 1984. V. 13. P. 201–243.

Nagasawa K., Ontsuka S., Saeki S. et al. Abundance and Insitu feeding habits of *Neocalanus cristatus* (Copepoda: Calanoida) in the central and western North Pacific Ocean in summer and winter // Bull. Nat. Res. Inst. Far Seas Fish. 2001. V. 38. P. 37–52.

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) National Weather Service (NWS): <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/GODAS/>.

Naydenko S.V. The feeding habits of the Pacific salmon, their trophic status and role in the North Pacific marine ecosystem // Salmon: biology, nutrition and consumption. Series: Fish, Fishing and Fisheries / Eds. Lacopo P., Riemma M. New York: Nova Sci. Publ. 2010. P. 61–100.

Naydenko S.V., Somov A.A. Seasonal trophodynamics of the upper epipelagic nekton community in the western Bering Sea // J. of Ichthyology. 2019. V. 59 (5). P. 786–804. DOI: 10.1134/S0032945219050096

North-East Asian Regional (NEAR) Global Ocean Observing System (GOOS) Regional Delayed Mode Data Base: <https://ds.data.jma.go.jp/gmd/goos/data/rrtdb/jma-pro.html>.

Ogura M. Migratory behavior of Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.) in the open sea // Bull. Nat. Res. Inst. Far Seas Fish. 1994. V. 31. P. 1–139.

PICES Press: <https://meetings.pices.int/publications/pices-press/volume28/PPJul2020.pdf#page=29>

Radchenko V.I., Temnykh O.S., Zavolokin A.V. Review of Studies on Asian Juvenile Pacific Salmon Stocks, 2006–2012 // NPAFC Tech. Rep. 2013. V. 9. P. 3–10.

Risbey J.S., Lewandowsky S., Langlais C., Monselesan D.P., O’Kane T.J., Oreskes N. Well-estimated global surface warming in climate projections selected for ENSO // Nat. Climate Change. 2014. V. 4, No. 9. P. 835–840. DOI: 10.1038/nclimate2310.

Takagi K., Aro K.V., Hartt A.C., Dell M.B. Distribution and origin of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) in offshore waters of the North Pacific Ocean // INPFC Bull. 1981. V. 40. 195 p.

The Ocean Ecology of pacific salmon and trout / Ed. by R. Beamish. Bethesda (Maryland): American Fisheries Society, 2018. 1147 p. ISBN: 978-1-934874-45-5. 2018.

Tsuda A., Saito H., Kasai H. Life histories of *N. flemingeri* and *N. plumchrus* (Calanoida: Copepoda) in the western subarctic Pacific // Marine Biology. 1999. V. 135. P. 533–544.

Yao S.-L., Huang G., Wu R.-G., Qu X. The global warming hiatus — a natural product of interactions of a secular warming trend and a multi-decadal oscillation // Theor. Appl. Clim. 2016. V. 123, № 1–2. P. 349–360.

DYNAMICS OF ABUNDANCE

**ENVIRONMENTAL SURROUNDING OF PINK SALMON
JUVENILES DURING FALL AND WINTER 2019/2020**

© 2021y. S.V. Naydenko, G.V. Khen, A.L. Figurkin, N.A. Kuznetsova,
A.N. Starovoytov, A.A. Somov, M.A. Shebanova

*Pacific branch Russian Federal Research Institute of the
Fisheries and oceanography, Vladivostok, 690091*

Several significant forecast failures occurred during 2020 pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) fishing season in Russia. The major crush was observed for eastern Kamchatka. Precarious harvest was also observed for some Alaskan stocks. This paper represents an opposing representation of environmental and feeding condition during pink salmon offshore migration and wintering in 2019–2020 which were considered as unfavorable according to several authors. A comparison of 2019 prey composition and feeding intensity with long-term data showed that feeding conditions were sufficient. The feeding conditions in the fall of 2019 could not be the reason for the low returns of pink salmon in 2020. Analysis of environmental conditions (configuration of the western subarctic gyre, temperature distribution, position of isotherms, ecology and abundance of zooplankton species) demonstrated no significant difference with previous years. Therefore, in our opinion, the dramatic thermal regime shift during the winter 2020 in the North Pacific which caused structural changes biomass decrease in zooplankton communities and, consequentially, deterioration of the feeding conditions, seems quite doubtful.

Keywords: Pacific salmon, pink salmon, climate change, Pacific Decadal Oscillation, temperature anomaly, zooplankton, food security, Bering Sea, Sea of Okhotsk, Pacific Ocean.