



Тихоокеанский филиал
ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)

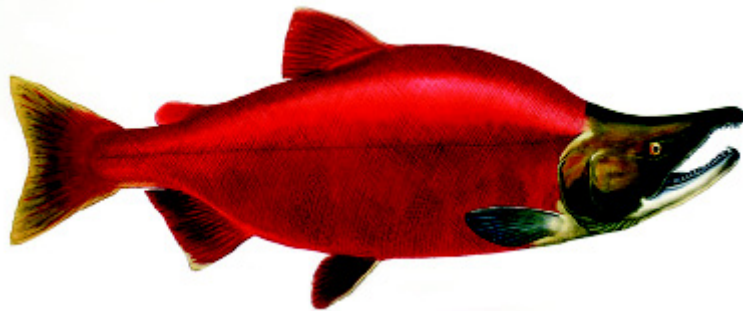


БЮЛЛЕТЕНЬ № 16

ИЗУЧЕНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ

НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

Электронное приложение к научному журналу «Известия ТИНРО»



БЮЛЛЕТЕНЬ № 16

ИЗУЧЕНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

СОДЕРЖАНИЕ

Марченко С.Л. Анализ лососевой путины 2021 г. ... 3	
Шевляков Е.А., Канзепарова А.Н., Сомов А.А., Шевляков В.А., Старовойтов А.Н., Батанов Р.Л., Барабанщиков Е.И. Результаты деятельности Тихоокеанского филиала ВНИРО (ТИНРО) в информационном обеспечении дальневосточной лососевой путины 2021 г. 15	
Коцюк Д.В., Островский В.И., Подорожнюк Е.В., Козлова Т.В. Итоги лососевой путины в Хабаровском крае в 2021 г. 30	
Волков А.Ф. Желетелые в пище тихоокеанских лососей 37	
Старовойтов А.Н., Чульчечков Д.Н., Хлебородов А.С. Новые данные о зимнем нагуле и миграциях тихоокеанских лососей в Охотском море и тихоокеанских водах Курильских островов 46	
Старовойтов А.Н., Пономарев С.С., Чульчечков Д.Н. Результаты тралового учета посткатадромной молоди тихоокеанских лососей в Беринговом и Охотском морях осенью 2021 г. 51	
Старовойтов А.Н., Грицай Е.В., Чульчечков Д.Н. Состав сообществ нектона и макропланктона и результаты тралового учета преданадромной горбуши (<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>) в северо-западной части Тихого океана летом 2021 г. 66	
Диденко Д.С., Подорожнюк Е.В. Анализ промысловой нагрузки на популяцию осенней кеты реки Амур в 2021 г. 75	
Милованкин П.Г. Изменения биомассы нектона и макропланктона в течение суток (день/ночь) в период преданадромных миграций тихоокеанских лососей в северо-западной части Тихого океана в 2004–2020 гг. 79	
Островский В.И. Прогнозирование запасов тихоокеанских лососей при направленной изменчивости условий воспроизводства 88	
Игнатьев Ю.И., Колпаков Н.В., Никитин В.Д., Коренева Т.Г. Особенности эксплуатации высокочисленных стад искусственной кеты <i>Oncorhynchus keta</i> на примере озера Тунайча (юго-восточный Сахалин): проблемы и предлагаемые пути решения 96	
Кириллова Е.А. Результаты количественного учёта покатной молоди горбуши в реке Малая Хузи (северо-восток острова Сахалин) в 2021 году 110	
Углова Т.Ю., Соколов А.В., Никифоров А.И. Гидролого-ихтиологическое обследование малой реки Городской (о. Парамушир, северные Курильские острова, Сахалинская область) 119	

CONTENTS

Marchenko S.L. Analysis of 2021 pacific salmon fishing season 3	
Shevlyakov E.A., Kanzeparova A.N., Somov A.A., Shevlyakov V.A., Starovoytov A.N., Batanov R.L., Barabanshikov E.I. Results of the Pacific Branch of VNIRO (TINRO) activities in the information support of the 2021 salmon fishing season in Russian Far East ... 15	
Kotsyuk D.V., Ostrovsky V.I., Podorozhnyuk E.V., Kozlova T.V. Pacific salmon 2021 fishing season results in Khabarovsk territory 30	
Volkov A.F. Jellyfish in Pacific salmon foods 37	
Starovoitov A.N., Chulchekov D.N., Hleborodov A.S. New data on winter feeding and migrations of pacific salmon in the Sea of Okhotsk and in the Pacific waters of Kuril Islands 46	
Starovoitov A.N., Ponomarev S.S., Chulchekov D.N. Results of trawl surveys of pacific salmon juveniles in the Bering and Okhotsk Seas in autumn 2021 51	
Starovoitov A.N., Gricaii E.V., Chulchekov D.N. Composition of nekton and jellyfishes communities and the results of trawl survey for estimation of abundance of pre-anadromous migrations pink salmon (<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>) 66	
Didenko D.S., Podorozhnyuk E.V. Analysis of the commercial load on the autumn chum salmon population Amur Rivers in 2021 75	
Milovankin P.G. Changes in the biomass of nekton and macroplankton during the day (day/night) during the period of pre-airfield migrations of pacific salmon in the northwestern Pacific Ocean in 2004–2020 79	
Ostrovsky V.I. Forecasting pacific salmon stocks with directional variability of reproduction conditions 88	
Ignatyev Yu.I., Kolpakov N.V., Nikitin V.D., Koreneva T.G. Features of exploitation of high-number industrial chum salmon <i>Oncorhynchus keta</i> on the example of Lake Tunaicha (south-eastern Sakhalin): problems and proposed solutions 96	
Kirillova E.A. Results of quantitative assessment of seaward migrating pink salmon fry in the Malaya Khusi river (north-east of Sakhalin) in 2021 110	
Uglov T.Yu., Sokolov A.V., Nikiforov A.I. Hydrological and ichthyological survey of the small river Gorodskaya (Paramushir Island, Northern Kuriles, Sakhalin Region) 119	

БЮЛЛЕТЕНЬ ИЗУЧЕНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ
Электронное приложение к научному журналу «Известия ТИНРО»

В Бюллетене публикуются статьи по биологии, состоянию запасов и промысловому использованию тихоокеанских лососей с учетом новых данных и результатов наблюдений прошедшей лососевой путины. Бюллетень издается один раз в год. Таким образом увеличиваются продолжительность рядов наблюдений и база многолетних данных по состоянию и динамике запасов этих ценных промысловых рыб.

Это издание не входит в перечень ВАК.

Редколлегия: В.П. Шунтов (научный редактор),
С.В. Найденко (секретарь), А.М. Каев, Е.А. Шевляков,
С.Ф. Золотухин, Е.В. Голубь, М.В. Коваль

АНАЛИЗ ЛОСОСЕВОЙ ПУТИНЫ 2021 Г.

С.Л. Марченко*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
105187, г. Москва, Окружной проезд, 19

Аннотация. Представлен анализ лососевой путины 2021 г. на Дальнем Востоке России. Его основой стали материалы Департамента анадромных рыб России и дальневосточных филиалов ВНИРО, а также дальневосточных территориальных управлений Росрыболовства. Раскрыты причины несоответствия фактических уловов тихоокеанских лососей прогнозным ожиданиям. Представлены предложения по совершенствованию регулирования лососевого промысла и его научного сопровождения.

Ключевые слова: тихоокеанские лососи, путина 2021 г., промысел, прогноз, вылов, анализ

Для цитирования: Марченко С.Л. Анализ лососевой путины 2021 г. // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2022. — С. 3–14. DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-3-14.

Analysis of 2021 pacific salmon fishing season

Sergei L. Marchenko

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
19, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia
Ph.D., advisor, slm@vniro.ru

Abstract. Analysis of 2021 Pacific salmon fishing season in the Far East of Russia is presented. It is based on data obtained from the Department of Anadromous Fish of Russia and the Far Eastern branches of the FSBSI «VNIRO», as well as the Far Eastern Territorial Administrations of the Federal Agency for Fisheries. Causes of discrepancy between forecasted and actual harvest of Pacific salmon are revealed. Proposals for improving Pacific salmon fishery management of and its scientific support are presented.

Keywords: Pacific salmon, fishing season 2021, fishery, forecast, harvest, analysis

For citation: Marchenko S.L. Analysis of 2021 pacific salmon fishing season, in *Byull. N 16 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 16 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2022, pp. 3–14. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-3-14.

Введение

Тихоокеанские лососи относятся к ключевым объектам промысла водных биоресурсов на Дальнем Востоке России. Лососевая путина, в отличие от минтаевой, сельдевой или крабовой, имеет несравнимо значительное значение для жителей дальневосточного региона в силу занятости значительной доли населения во всех этапах добычи и переработки. Соответственно, любые отклонения в ходе путины, особенно связанные с несоответствием фактических уловов ожидаемым, вызывают широкий общественный резонанс.

Цель настоящей статьи — представить краткий анализ лососевой путины 2021 г.

Материалы и методы

Материалы для настоящей статьи предоставлены:

— Камчатским (КамчатНИРО), Магаданским (МагаданНИРО), Сахалинским (СахНИРО), Тихоокеанским (ТИНРО) и Хабаровским (ХабаровскНИРО) филиалами ВНИРО;

* Марченко Сергей Леонидович, кандидат биологических наук, советник, slm@vniro.ru, ORCID 0000-0002-0927-9939.

— Амурским, Охотским, Северо-Восточным, Северо-Курильским и Приморским территориальными управлениями Росрыболовства;

— Сахалинским филиалом Главрыбвода, Ассоциацией устойчивого рыболовства северо-востока Сахалина.

Сведения о температуре поверхности моря (ТПМ) получены с сайта Национального управления океаническими и атмосферными исследованиями [National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), ncdc.noaa.gov].

Накопление данных промысловой статистики и результатов учётных траловых съёмки, построение графиков и проверка достоверности корреляционных зависимостей выполнены в электронных таблицах MS Excel. Отбор данных из netCDF-файлов*, содержащих информацию по ТПМ, произведен в ArcGIS**.

Вся обработка материалов, включавшая формирование электронных массивов данных, подготовку макросов в ModelBuilder ArcGIS для обработки пространственных данных и процедур в Visual Basic for Applications для накопления и обобщения массивов в MS Excel, проведена авторами.

Результаты и их обсуждение

Согласно прогнозу, подготовленному отраслевой наукой, вылов тихоокеанских лососей в 2021 г. на Дальнем Востоке России ожидался на уровне 459 тыс. т. Фактический вылов составил 539 тыс. т, что на 17 % превысило прогнозную оценку. Результат 2021 г. вошёл в тройку наиболее успешных пугин, уступая по объёму вылова только результатам промысла в 2011 и 2018 гг., когда было добыто соответственно 542 и 677 тыс. т тихоокеанских лососей (рис. 1).

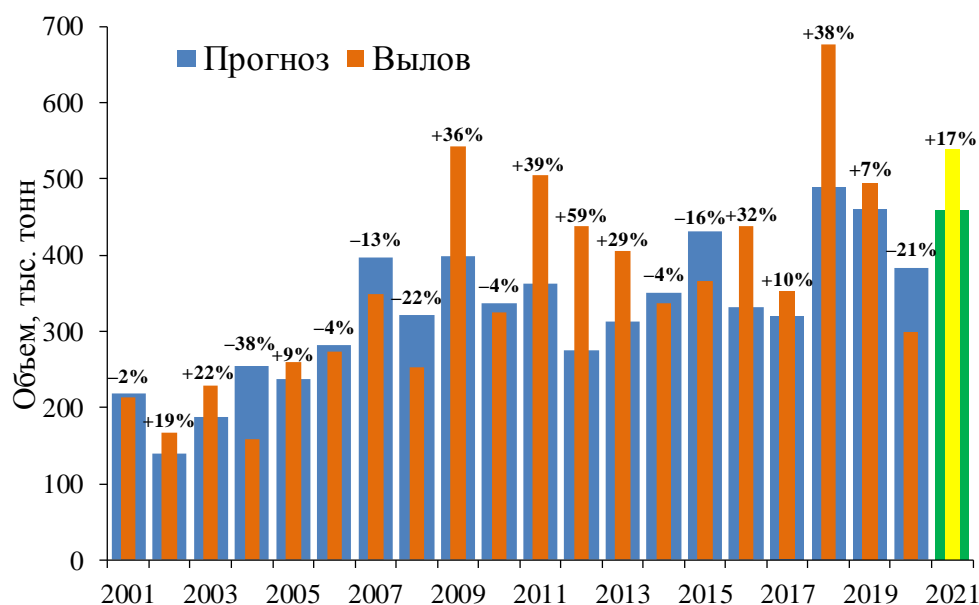


Рис. 1. Динамика прогнозируемого и фактического объёма вылова тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России в 2001–2021 гг., а также отклонение прогнозных величин от фактической

Fig. 1. Dynamics of forecasted and actual harvest of Pacific salmon at the Far East of Russia in 2001–2021 along with deviation of forecasted value from actual

Осенью 2020 г. ВНИРО при подготовке к лососевой пугине 2021 г. выполнил в Беринговом и Охотском морях учётные траловые съёмки мигрирующей на нагульные акватории молоди лососей.

* NetCDF (Network Common Data Form) — машинно-независимый двоичный формат файлов, являющийся стандартом для обмена научными данными.

** ArcGIS — программное обеспечение для работы с картами и географической информацией.

Полученные результаты позволяли ожидать, что объём вылова тихоокеанских лососей в 2021 г. может достигнуть рекордных значений благодаря многочисленным подходам горбуши (рис. 2).

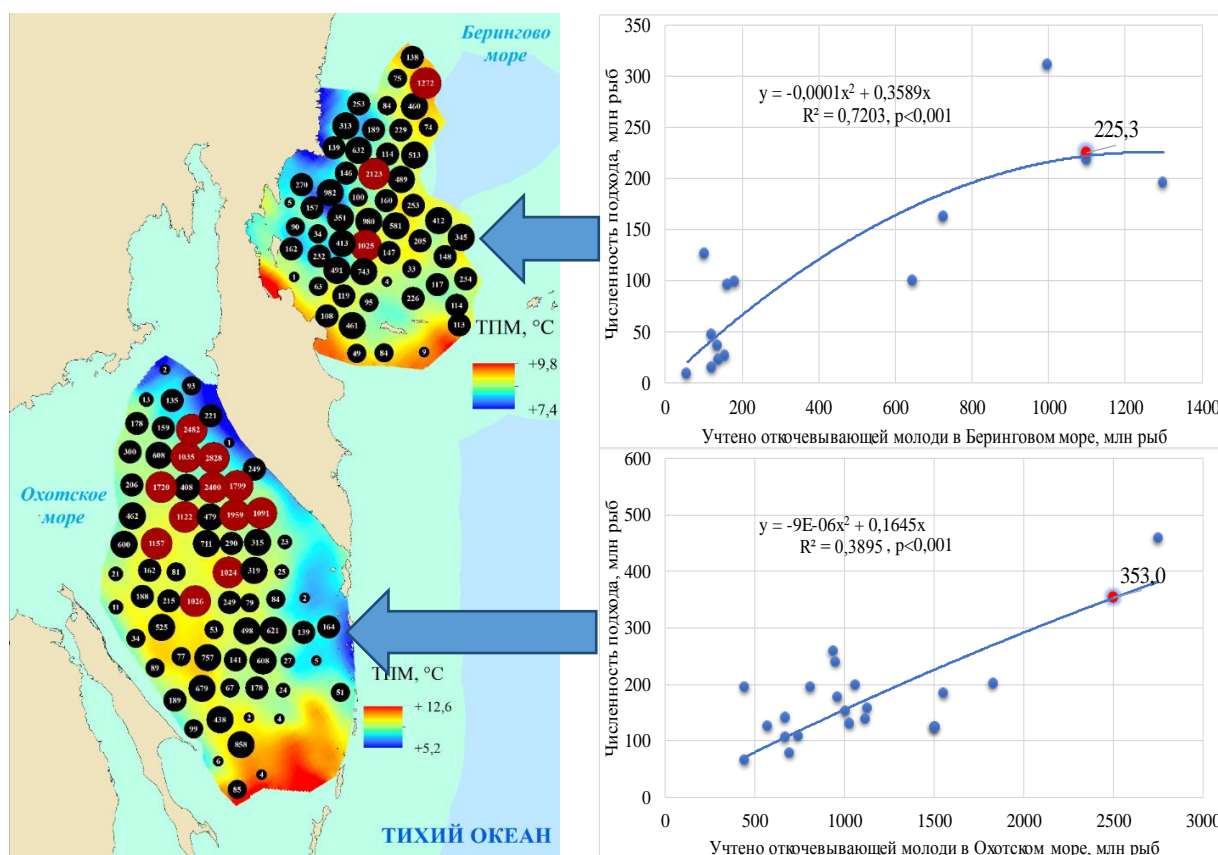


Рис. 2. Результаты учётных траловых съёмок молоди горбуши в западной части Берингова и в Охотском морях в октябре 2020 г.

Fig. 2. Results of trawl surveys for assessment of juvenile pink salmon abundance in the western part of the Bering Sea and in the Sea of Okhotsk in October 2020

Однако оптимизм в прогнозных оценках сдерживали результаты лососевого промысла 2020 г., когда из-за ухудшения условий морского нагула, связанных с потеплением Северной Пацифики [Ruggerone et al., 2021], снизилась выживаемость тихоокеанских лососей, что отразилось на численности их подходов и, соответственно, объёмах вылова. Наиболее существенно снижение численности тихоокеанских лососей в 2020 г. отразилось на уровне их добычи на востоке Камчатки и на южных Курильских островах.

Для нивелирования неопределённости в оценке влияния факторов среды на становление запасов тихоокеанских лососей в морской период жизни ВНИРО по поручению руководителя Росрыболовства И.В. Шестакова составил программу исследований «Лосось–2021» и благодаря обоснованию, подготовленному под руководством Департамента анадромных рыб России ВНИРО, получил дополнительное финансирование для организации и выполнения исследований морского периода жизни тихоокеанских лососей, а также расширения аэровизуального учёта производителей тихоокеанских лососей, пропущенных на нерест.

В рамках реализации программы «Лосось–2021» учётные траловые съёмки тихоокеанских лососей в период преданадромных миграций в западной части Берингова моря, а также в прикурильских водах Тихого океана и Охотского моря были выполнены в оптимальные сроки на беспрецедентной по площади акватории — более 2,2 тыс. км². Результаты съёмок подтвердили исключительно высокую урожайность горбуши. Численность её берингоморских стад была оценена в 226,2, охотоморских — в 348,9 млн рыб. Учитывая необходимость пропуска на нерест достаточного для расширенного воспроизводства количества производителей, суммарный вылов горбуши был оценён на

уровне 0,5 млн т (рис. 3). На этом основании ВНИРО подготовил научные рекомендации для Федерального штаба по организации лососевой путины в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне (организован в соответствии с приказом Росрыболовства от 21.04.2021 № 233 «Об организации лососевой путины в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2021 году»), что позволило своевременно принять оперативные управленческие решения, направленные на повышение эффективности рыболовства.

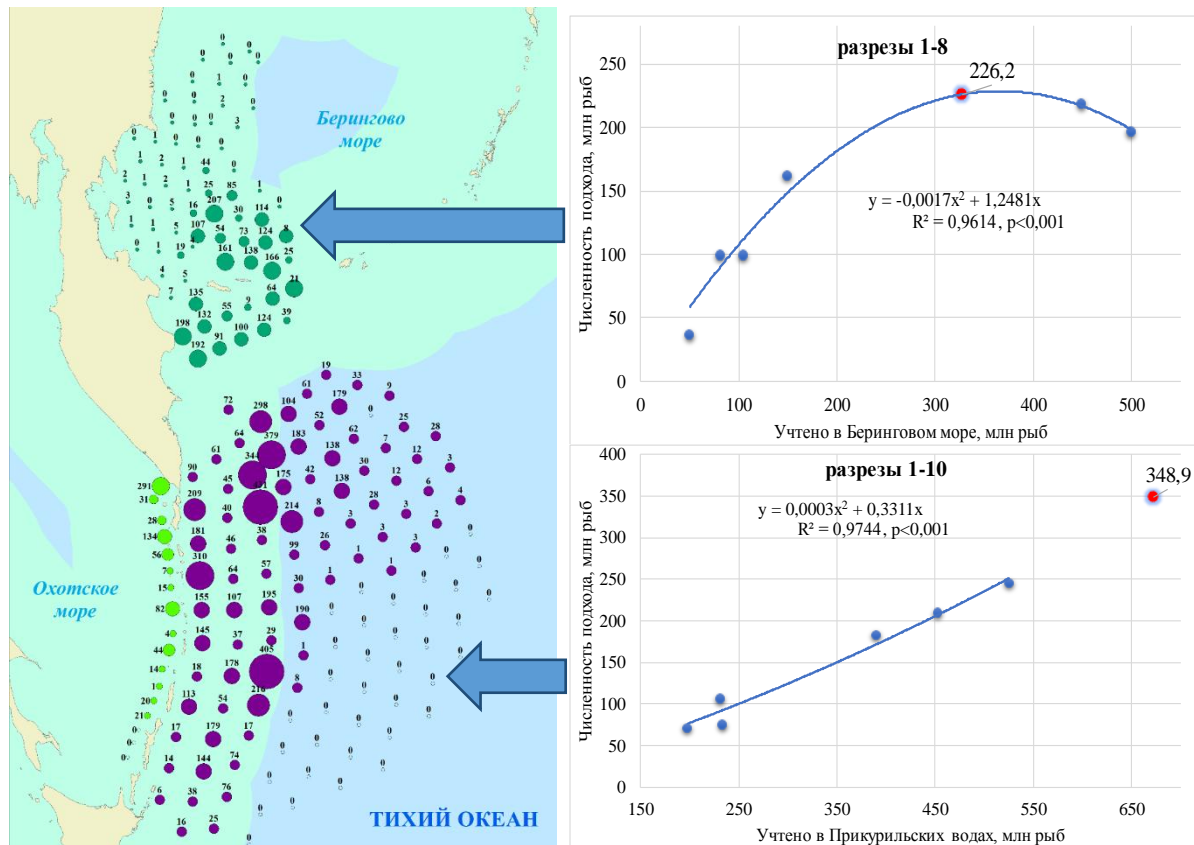


Рис. 3. Результаты учётных траловых съёмок тихоокеанских лососей в период преданадромных миграций в июне-августе 2021 г.

Fig. 3. Results of trawl surveys for assessment of abundance of Pacific salmon during preanadromous migrations in June-August 2021

ВНИРО для научного сопровождения лососевой путины на Дальнем Востоке России организовал 100 сезонных наблюдательных пунктов. В том числе по поручению Дальневосточного бассейнового научно-промыслового совета (ДВНПС) в 2021 г. были возобновлены исследования тихоокеанских лососей на северных Курильских островах. Всего в научном сопровождении промысла было задействовано 122 научных сотрудника ВНИРО. Общий объем собранного биологического материала превысил 53 тыс. образцов (рис. 4).

Учёт численности производителей тихоокеанских лососей, пропущенных на нерест, специалисты ВНИРО выполнили на 204 водных объектах. Было затрачено 367 полётных часов на работы на пилотируемых воздушных судах и 136 часов на беспилотных летальных аппаратах (БПЛА). Более двух третей полётного времени пилотируемых воздушных судов сопровождалось фото- и видеофиксацией для последующего формирования алгоритмов искусственного интеллекта при обучении и распознавании производителей лососей в нерестовых водных объектах. Вместе с тем из-за высокой сомкнутости леса не все районы воспроизводства тихоокеанских лососей можно обследовать с борта пилотируемых воздушных судов. Поэтому часть работ, например в бассейне р. Амур, на Сахалине и в северном Приморье, специалисты выполнили в ходе пеших маршрутов, но с привлечением малых БПЛА (рис. 4).

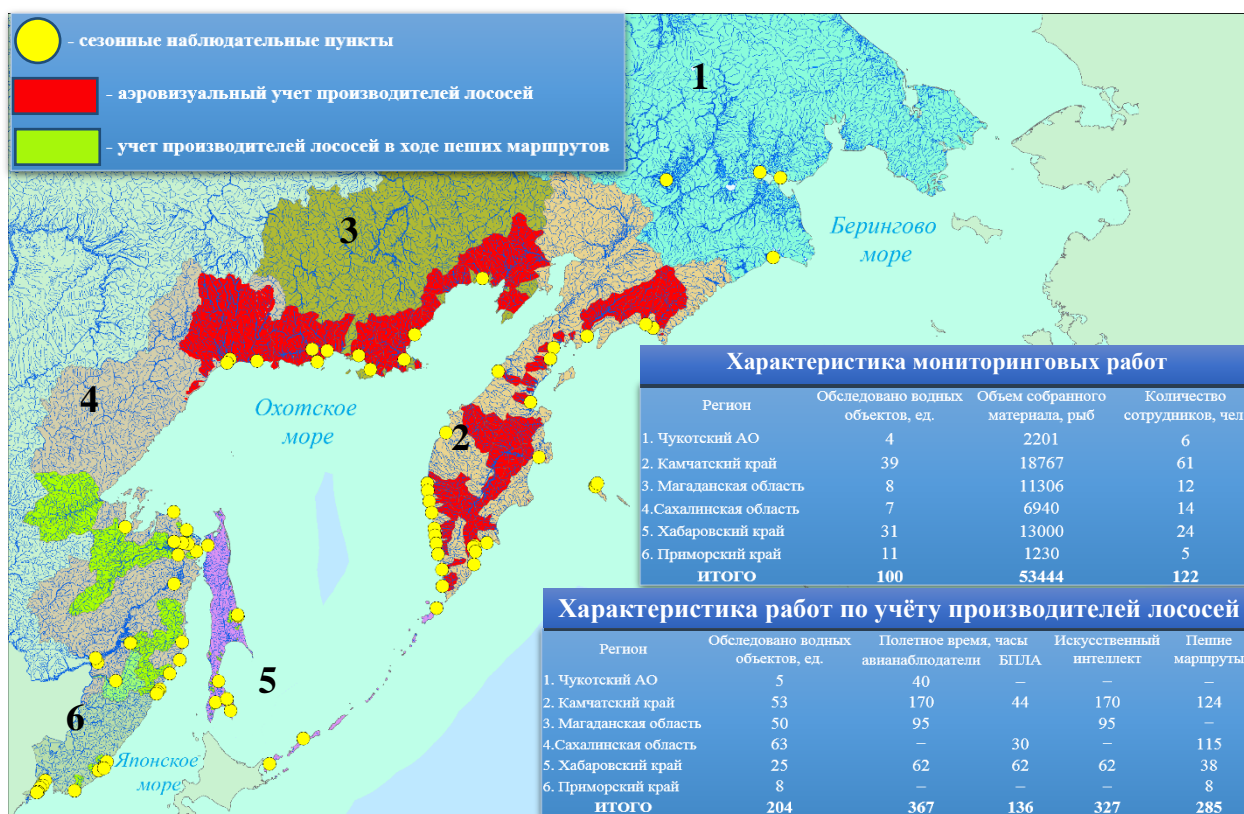


Рис. 4. Научное сопровождение лососевой путины в 2021 г.
 Fig. 4. Scientific support of Pacific salmon fishing season in 2021

Собранная информация стала основой для научных рекомендаций, которые ВНИРО формировал в соответствии с приказом Минсельхоза России от 08.04.2013 № 170 «Об утверждении Порядка деятельности комиссии по регулированию добычи (вылова) анадромных рыб» (далее — Приказ 170) для региональных дальневосточных Комиссий по регулированию добычи (вылова) анадромных видов рыб (далее — Комиссий). Всего специалисты отраслевой науки приняли участие в 143 заседаниях региональных Комиссий и подготовили для них 184 рекомендации. Почти половина рекомендаций была сформирована для Комиссии Сахалинской области.

В период путины 2021 г., опираясь на положения Приказа 170, специалисты ВНИРО подготовили 37 рекомендаций по изменению объёма вылова тихоокеанских лососей общим объёмом 177 тыс. т. Поступавшие рекомендации в течение одного рабочего дня были рассмотрены Научным штабом путины, биологической секцией Учёного совета ВНИРО и направлены на Бюро Отраслевого Совета по промысловому прогнозированию при Росрыболовстве.

Благодаря расширению научного сопровождения промысла ВНИРО своевременно подготовил научные рекомендации для освоения сверхурожайного поколения горбуши. В результате её вылов превысил прогнозные ожидания на 32 %. Уловы нерки и чавычи фактически соответствовали прогнозным оценкам, тогда как объем добычи кеты, кижуча и симы был ниже прогноза (рис. 5).

Если рассматривать вылов тихоокеанских лососей по регионам, то безоговорочным лидером прошедшей путины был Камчатский край, в водах которого добыто 440,51 тыс. т. Это исторический результат для края в ряду нечётных лет и второй после 2018 г. результат для всего периода наблюдений (вылов в 2018 г. составил 498 тыс. т). Со значительным отрывом от лидирующего региона вторую и третью позиции по объёму добычи тихоокеанских лососей заняли Сахалинская область и Хабаровский край, в которых добыто соответственно 56,88 и 25,77 тыс. т. Суммарный вылов тихоокеанских лососей в регионах с малым уровнем их запасов (Чукотский автономный округ, Магаданская область и Приморский край) составил 15,65 тыс. т (рис. 6).

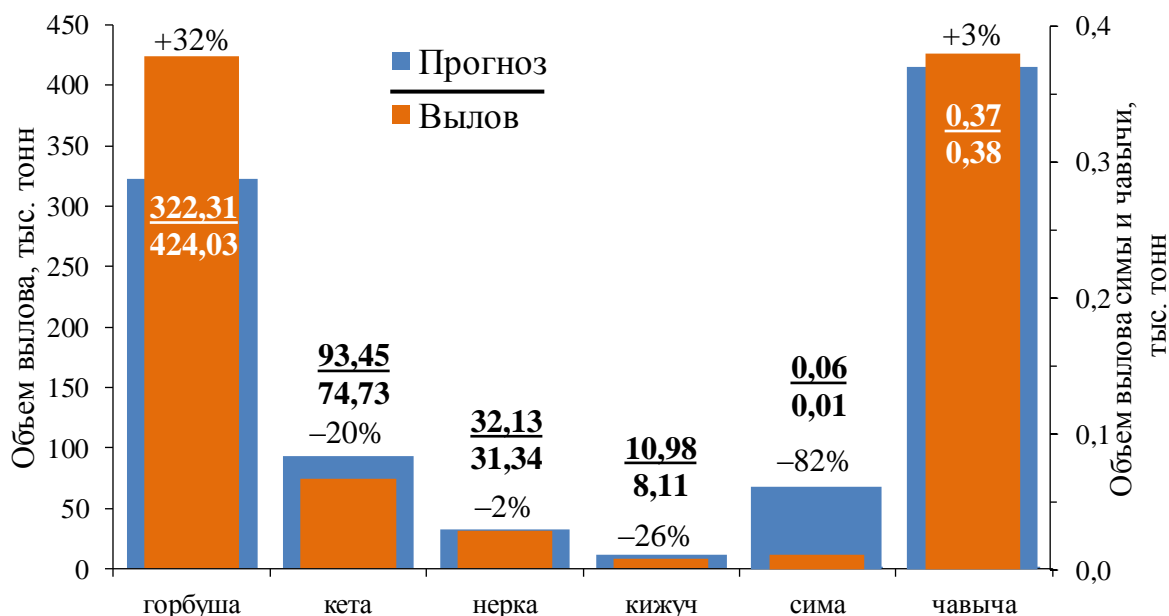


Рис. 5. Прогнозируемый и фактический объёмы вылова тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России, а также оправдываемость прогнозных оценок в 2021 г.

Fig. 5. Forecasted and actual harvest of Pacific salmon at the Far East of Russia along with correctness of forecast estimates in 2021

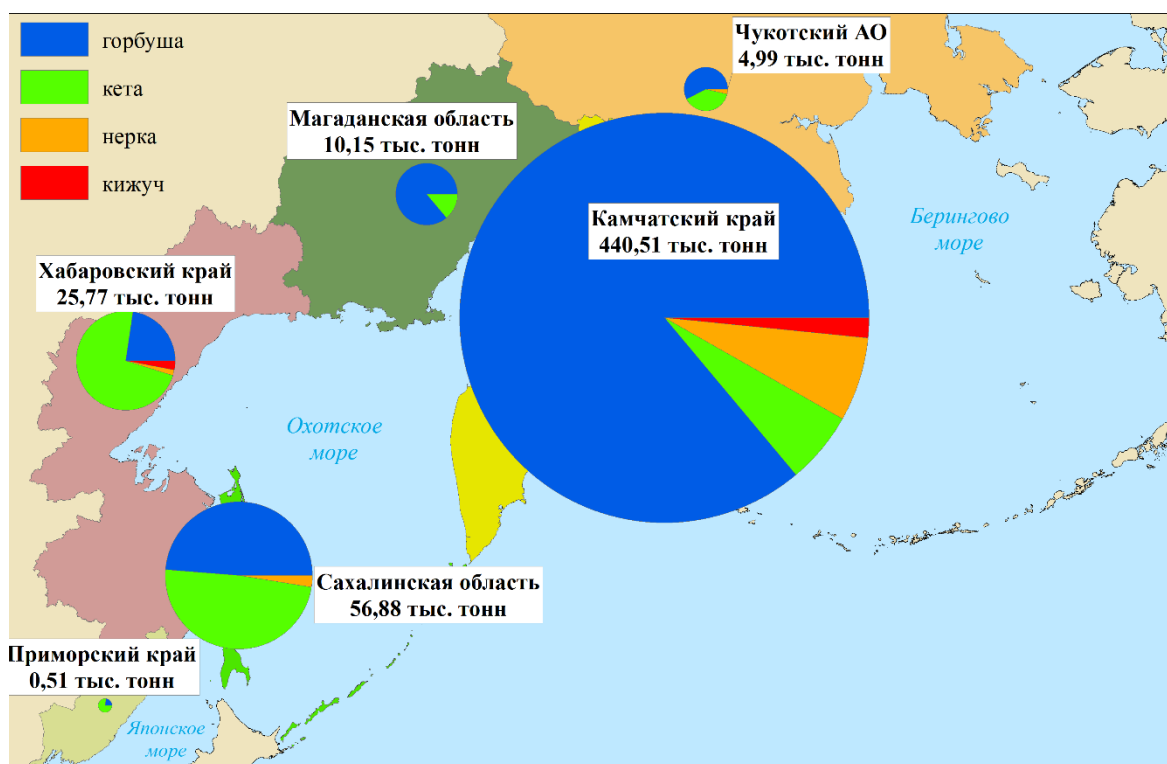


Рис. 6. Распределение уловов тихоокеанских лососей по дальневосточным субъектам России в 2021 г.

Fig. 6. Distribution of catches of Pacific salmon in the Far Eastern regions of Russia in 2021

В отношении горбуши прогнозные ожидания объёмов её вылова оправдались или были превышены в 12 из 18 промысловых районов, по нерке — в четырёх из десяти (с учётом того, что в Петропавловско-Командорской подзоне и на северных Курильских островах отклонение вылова от прогноза составило около 1 %, в шести из десяти районов), по кете — в 2 из 18, а по кижучу — в 1 из 10 промысловых районов (рис. 7).

Причин значительных отклонений фактического вылова от прогнозных ожиданий несколько.

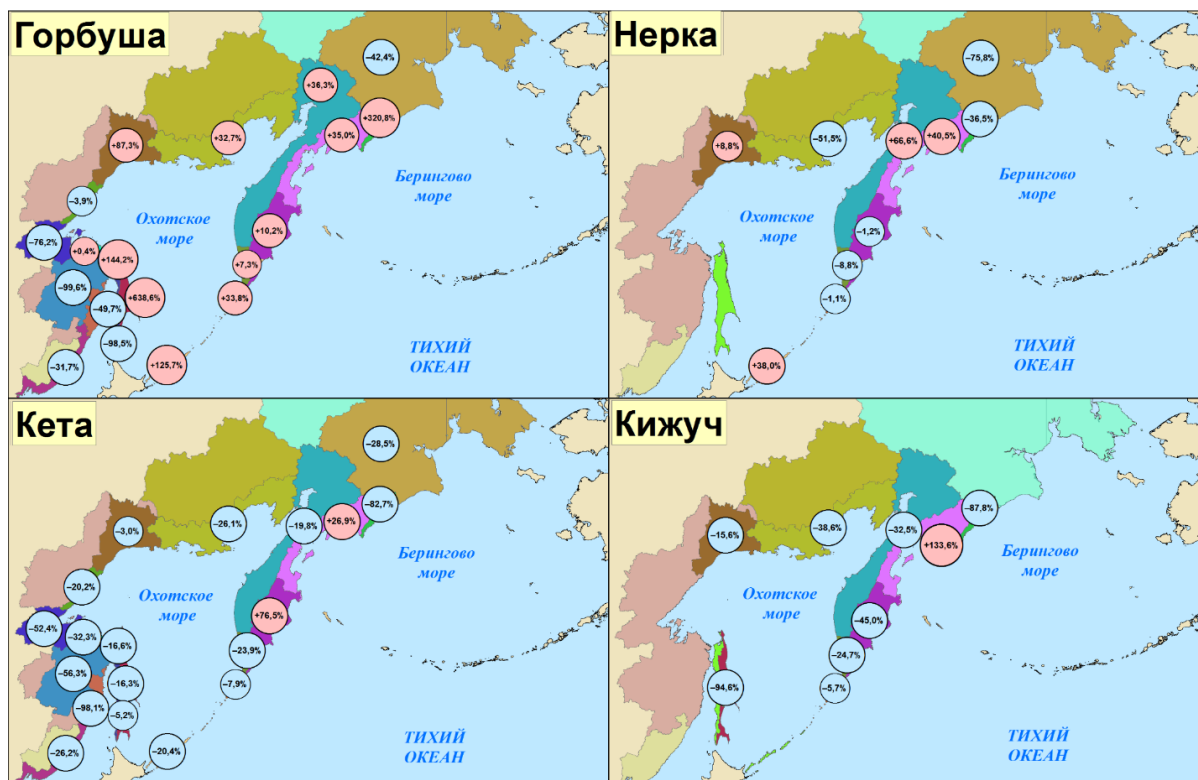


Рис. 7. Реализация прогноза вылова тихоокеанских лососей по промысловым районам Дальнего Востока России в 2021 г.

Fig. 7. Implementation of the Pacific salmon catch forecast within fishing areas of the Russian Far East in 2021

С ошибкой прогноза связан недолов чукотской горбуши. Специалистам ТИНРО при обсуждении материалов прогноза вылова тихоокеанских лососей на 2021 г. на заседании научно-консультативного совета по тихоокеанским лососям при Совете директоров научно-исследовательских институтов при руководителе Федерального агентства по рыболовству (НКС) (протокол от 19–22.01.2021 № 14) было предложено принять во внимание неблагоприятные условия в морском побережье Анадырского лимана в период выхода в него молоди горбуши и скорректировать прогнозную оценку в меньшую сторону. Однако это предложение осталось без внимания.

Причиной слабых уловов кеты и кижуча была низкая интенсивность их подходов в начале нерестовой миграции, которая не соответствовала прогнозным ожиданиям развития нерестовой миграции. Задержка начала нерестового хода, по-видимому, является следствием воздействия неблагоприятных условий среды в период нереста родительских поколений 2017 и 2018 гг. Исходя из того, что сроки нерестовой миграции тихоокеанских лососей генетически закреплены, можно предположить, что под влияние неблагоприятных условий попали ранние формы кеты и кижуча: снижение их выживаемости отразилось на динамике хода потомков как задержка развития анадромной миграции.

Второй год подряд не оправдался прогноз вылова кеты на южных Курильских островах, и в 2021 г. ниже ожидаемых были уловы кеты на Сахалине. Принято считать, что промысловый запас кеты в Сахалино-Курильском регионе сформирован благодаря деятельности лососевых рыбодонных заводов [Хоревин, 1994; Каев, Игнатьев, 2015]. Не исключено, что снижение эффективности рыбодонных мероприятий связано с неблагоприятными условиями в ранний морской период жизни молоди тихоокеанских лососей, который в Сахалино-Курильском регионе пока не охвачен исследованиями. Подтверждением этого предположения является синхронное снижение численности подходов кеты японских стад [Kaeriyama et al., 2021].

Негативное влияние погодных условий не позволило освоить прогнозируемые объёмы вылова нерки в Мейньпильгынской озерно-речной системе и в Магаданской области. В этих районах промыслу препятствовал неблагоприятный ледовый режим водоёмов. Так, в 2021 г. распаление льдов в

Мейныпильгинской озерно-речной системе началось только в конце июня. В Магаданской области остаточные ледовые поля, сохранявшиеся в районе Ямской губы до середины июня, не позволили судам маломерного флота с промысловым вооружением и бригадами рыбаков пройти из порта Магадан к рекам Гижигинской губы до начала промысла нерки.

Значительно большее влияние на результаты путины 2021 г. оказали организационные мероприятия и, в первую очередь, нехватка или поздний приход судов-приёмщиков. По этой причине рыбаки Чукотки не смогли освоить кету, а рыбаки Магаданской области упустили свою «золотую путину», не доловив в реках зал. Шелихова, по крайней мере, 12 тыс. т горбуши. В результате на нерест в магаданские реки было пропущено в 3 раза больше производителей, чем это необходимо для оптимального заполнения нерестилищ.

Дефицит судов-приёмщиков наибольшие последствия для промысла имел на Камчатке. На северо-востоке полуострова недолов горбуши составил 61 тыс. т, на западной Камчатке — 65 тыс. т. Пропуск производителей в реки превысил оптимум соответственно в 2,7 и 2,5 раза.

Наиболее сложными регионами в период лососевой путины в 2021 г. были Амур и Сахалин.

В 2021 г. из-за ожидавшихся малочисленных подходов горбуши и летней кеты их промысел в Амуре и в Амурском лимане не открывали. Путина базировалась на добыче осенней кеты. Её подходы были представлены главным образом потомками рыб, которые попали под влияние катастрофического паводка 2013 г. Его негативные последствия в 2017 г. выразились в обвальном снижении численности подходов амурской кеты, а также в смещении центра воспроизводства в бассейне р. Амур с верхних притоков (реки Гур, Анюй, Уссури) в крупный нижний приток (р. Амгунь). Эти изменения стали отправной точкой для оптимизации лососевого промысла в р. Амур и Амурском лимане. В результате в 2017 и 2018 гг. был разработан и внесён в Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна пакет изменений, касающихся промысла лососей в р. Амур и Амурском лимане.

В 2021 г. для поддержки репродуктивного потенциала амурской осенней кеты приказом Минсельхоза России от 13.07.2021 № 463 «Об установлении ограничения рыболовства тихоокеанских лососей, а также ограничения использования отдельных видов орудий добычи (вылова) в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2021 году» до 31 декабря 2021 г. в отношении промышленного рыболовства были установлены ограничения конструкции и габаритов орудий лова, а также определены места постановки плавных сетей. Дополнительные ограничения промышленного и традиционного рыболовства были введены через стратегию промысла тихоокеанских лососей в Хабаровском крае. Всё это позволило заполнить нерестилища амурской осенней кеты на уровне 2017 г., но стало причиной неполного освоения ее прогнозируемого объёма вылова: из 13093,3 тыс. т было добыто 5715,6 тыс. т (освоение — 43,7 %).

В Сахалино-Курильском регионе в текущем году фактический вылов горбуши превысил прогнозные ожидания в 2,8 раза. Наибольшее отклонение вылова от прогнозных ожиданий было в Восточно-Сахалинской подзоне — 7,4 раза. Здесь добыли 12,1 тыс. т горбуши при прогнозном ожидании в 1,6 тыс. т.

Значительное отклонение фактического вылова восточносахалинской горбуши от прогноза связано с неверным сценарием перспектив её промысла. Так, специалисты ТИНРО, опираясь на результаты учётных траловых съёмки, выполненных в октябре 2020 г. в Охотском море в период отколёвки молоди тихоокеанских лососей и в июне-июле 2021 г. в прикурильских водах в период преданадромной миграции производителей тихоокеанских лососей, оценили численность подходов восточносахалинской горбуши в 2021 г. на уровне 9–10 млн рыб (протоколы НКС от 19–21.01.2021 № 14, 26.01.2021 № 15 и 24.06.2021 № 19). Опираясь на данные ТИНРО, специалисты СахНИРО пересмотрели первоначально подготовленные оценки прогнозируемого объёма вылова горбуши в Южно-Курильской зоне и в Восточно-Сахалинской подзоне, снизив их соответственно в 2,2 и 2,4 раза, а также не стали формировать рекомендации по изменению объёмов вылова горбуши Восточно-Сахалинской подзоны.

Сценарий перспектив промысла восточносахалинской горбуши в 2021 г. можно было вовремя уточнить. Для этого руководитель Департамента анадромных рыб России направил в ТИНРО запрос от 30.07.2021 № 20-10/3123 о представлении оперативных данных о качественном составе преданадромной горбуши (соотношение полов, гонадосоматический индекс самцов и самок), собранных НИС «ТИНРО» и НИС «Владимир Сафонов» в ходе учётных траловых съёмок преданадромных лососей в Прикурильских водах в 2021 г. Однако ТИНРО не предоставил материалы ни к установленному в запросе сроку (01.07.2021 г.), ни позже, но использовал их при оценке вероятной численности подхода восточносахалинской горбуши в 2021 г.

Рассматривая подготовку к промыслу восточносахалинской горбуши в 2021 г., нельзя не остановиться на результатах генетической идентификации молоди горбуши в период осенней траловой съёмки в Охотском море в 2020 г., которую традиционно проводит КамчатНИРО. Согласно генетическим исследованиям доля горбуши о. Сахалин в смешанных нагульных скоплениях в Охотском море осенью 2020 г. по средневзвешенной выборке составляла 27,1 %, что должно было обеспечить численность подхода в 2021 г. на уровне 96,747 млн рыб. Кроме того, специалисты КамчатНИРО, опираясь на качественные показатели молоди в осенних скоплениях в Охотском море, оценили долю горбуши сахалинокурильского региона на уровне 20 %, или 71,4 млн рыб. Эти оценки не оправдались. Они превышали фактическую численность подхода восточносахалинской горбуши в 2021 г. соответственно в 5,6 и 4,2 раза.

Таким образом, результаты генетической идентификации горбуши (КамчатНИРО) и её дифференциации по качественным показателям (КамчатНИРО, ТИНРО) не обеспечили СахНИРО материалами для формирования достоверного прогноза вылова сахалинской горбуши в 2021 г. Это не первый случай. Аналогичный был, например, в путину 2015 г. Так, специалисты ТИНРО по результатам учётных траловых съёмок в Охотском море и в прикурильских водах Тихого океана не смогли представить данные о падении запасов восточносахалинской горбуши в 2015 г., а ответственность за неточный прогноз возложили на СахНИРО [Шунтов и др., 2015].

В 2021 г. негативное влияние на промысел восточносахалинской горбуши оказали метеорологические условия. В частности, во второй половине июля вода в нерестовых реках прогрелась выше 22 °С, а местами — до 28–30 °С и вышла за верхнюю границу термопреферендума горбуши, что стало причиной задержки развития её нерестовой миграции почти на три недели (рис. 8).

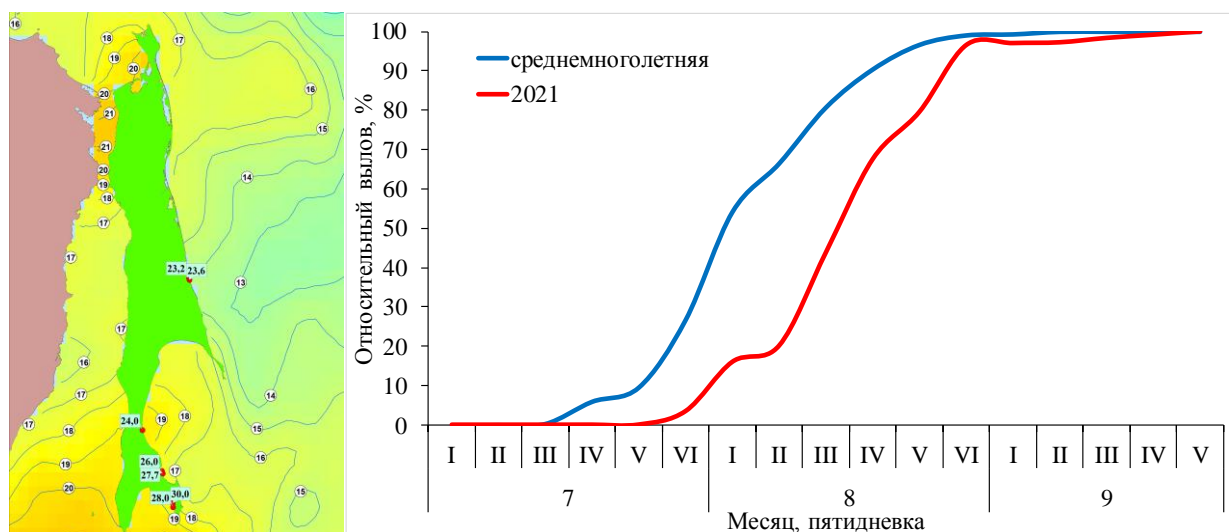


Рис. 8. Температура воды в реках о. Сахалин и на морской акватории, прилегающей к о. Сахалин, в III декаде июля 2021 г. (слева), а также динамика нерестовой миграции горбуши в реки восточного побережья о. Сахалин (справа)

Fig. 8. Temperature of water in the rivers of Sakhalin Island and adjacent to Sakhalin marine water area in the third ten-day period of July 2021 (left), and dynamics of spawning migration of pink salmon in the rivers of the eastern coast of Sakhalin (right)

К организационным мероприятиям, затруднявшим своевременную подготовку СахНИРО научных рекомендаций в 2021 г. в соответствии с Приказом 170 в региональную Комиссию для оперативного регулирования лососевого промысла в Сахалинской области, относится непредоставление Сахалино-Курильским территориальным управлением Росрыболовства в начале лососевой путины ежедневной информации о вылове тихоокеанских лососей, что неоднократно было отмечено на Федеральном штабе лососевой путины.

Оперативное регулирование лососевого промысла ограничивала деятельность Сахалинского филиала Главрыбвода, который проводит в Сахалинской области государственный мониторинг заполнения нерестилищ тихоокеанских лососей. Так, при подготовке стратегии специалисты учреждения представили перечень модельных нерестовых рек на северо-востоке о. Сахалин, в которых заполнение нерестилищ ниже оптимального уровня было даже в годы многочисленных подходов горбуши. Кроме того, в период промысла горбуши Сахалинский филиал Главрыбвода не организовал мониторинг заполнения нерестилищ горбуши на севере северо-восточного побережья о. Сахалин, поздно приступил к мониторинговым работам в центральной части северо-восточного побережья о. Сахалин и искажал информацию о заполнении нерестилищ на юге северо-востока о. Сахалин (см. таблицу).

Заполнение нерестилищ производителями горбуши в реках юга северо-востока о. Сахалин в 2021 г., %
Density of pink salmon spawners on spawning areas in the rivers of the southern part of north-western Sakhalin in 2021, %

Река	Дата и номер письма Сахалинского филиала Главрыбвода										Данные СахНИРО*
	02.08.2021 № 20-2899		09.08.2021 № 20-2990		16.08.2021 № 20-3104		23.08.2021 № 20-3231		31.08.2021 № 20-3376		
	Д	З	Д	З	Д	З	Д	З	Д	З	
Хой	24.VII	Ед.	07.VIII	8,0	07.VIII	8,0	17.VIII	14,8	27.VIII	28,0	47,8
Пиленга	24.VII	Ед.	06.VIII	7,4	06.VIII	7,4	17.VIII	20,0	27.VIII	32,0	–
Большая Хузи	23.VII	0	06.VIII	5,0	06.VIII	5,0	17.VIII	5,0	26.VIII	8,0	127,9
Лангери	23.VII	Ед.	07.VIII	8,5	07.VIII	8,5	07.VIII	8,5	07.VIII	28,0	67,9
Малая Хузи	23.VII	0	07.VIII	Ед.	07.VIII	Ед.	17.VIII	5,0	17.VIII	12,0	104,2
Томаринка	–	–	03.VIII	0	03.VIII	0	03.VIII	0	23.VIII	0	–
Нерпичья	23.VII	17,0	03.VIII	52,0	08.VIII	52,0	08.VIII	52,0	24.VIII	89,0	–
Суринка	–	–	–	–	09.VIII	0	09.VIII	0	09.VIII	0	70,0
Песковская	24.VII	Ед.	03.VIII	Ед.	09.VIII	Ед.	09.VIII	Ед.	25.VIII	75,0	80,0

Примечание. Д — дата и месяц обследования; З — заполнение.

* Данные СахНИРО были дополнены материалами, представленными Ассоциацией устойчивого рыболовства северо-востока Сахалина.

Для преодоления сложившейся ситуации и обеспечения оперативного регулирования промысла специалисты СахНИРО своими силами организовали мониторинг заполнения нерестилищ горбуши на юге северо-востока о. Сахалин, а также использовали результаты обследования нерестилищ горбуши на юге северо-востока о. Сахалин, предоставленные Ассоциацией устойчивого рыболовства северо-востока Сахалина, подтверждённые результатами фото- и видеосъёмки, в том числе с БПЛА. Это позволило СахНИРО своевременно выполнить мероприятия по оперативному регулированию промысла горбуши, и Сахалинская область вышла на второе место по объёму добычи тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России.

Заключение

Лососевая путина 2021 г. обозначила несколько проблем, которые снижают эффективность лососевого промысла.

Основная проблема — отсутствие у Росрыболовства и у дальневосточных субъектов России механизмов, позволяющих привлечь в районы лососевого промысла достаточное количество перера-

батывающих судов. В 2021 г. у рыбной отрасли были все шансы выйти на новый исторический уровень вылова тихоокеанских лососей в ряду нечётных лет, но из-за дефицита судов-приёмщиков рыбаки не доловили порядка 138 тыс. т горбуши.

Вторая проблема связана с научным сопровождением лососевого промысла. Несвоевременное представление промысловой информации, искажение или отсутствие данных о заполнении нерестилищ, отказ в предоставлении информации о качественном составе преданадромных тихоокеанских лососей снижают оперативность и качество подготовки научных рекомендаций для региональных Комиссий. В 2021 г. эта проблема в отношении горбуши Восточно-Сахалинской подзоны была преодолена только благодаря ручному режиму регулирования рыболовства.

Отдельным вопросом является предоставление оперативной научной информации дальневосточными филиалами ВНИРО о ходе лососевой путины на еженедельные заседания Федерального штаба лососевой путины. В 2021 г. только ТИНРО позволял себе предоставлять устаревшую на 3–7 дней информацию о ходе промысла. Кроме того, ТИНРО не смог организовать ежедневный сбор, обработку и предоставление промысловой информации. Всё это свидетельствует об отсутствии контроля за деятельностью сотрудников, отвечающих за научное сопровождение лососевой путины со стороны руководства филиала.

В то же время сбор и обработка информации о ходе лососевой путины в полной мере была налажена в Департаменте анадромных рыб России. В результате Департамент ежедневно формировал сводки о ходе лососевого промысла на Дальнем Востоке России, а также готовил еженедельные обобщения промысловой обстановки на Дальнем Востоке России, на Аляске и в Японии, сопровождая их сведениями о погодных условиях, температуре воды в реках и поверхности моря, заполнении нерестилищ.

Ещё проблема — отсутствие надёжных маркёров для идентификации происхождения тихоокеанских лососей в смешанных скоплениях в период морского нагула. Ставка на генетические методы идентификации и на дифференциацию на основе качественных показателей себя не оправдала, что привело к подготовке неверного сценария развития промысла горбуши на о. Сахалин. Вероятными решениями проблемы являются развитие системы идентификации происхождения тихоокеанских лососей в морских скоплениях, например, по меткам, нанесённым на отолиты на лососевых рыбоводных заводах, или развитие массового мечения рыб естественного и искусственного воспроизводства внешними или внедряемыми метками, кроме того, перспективными представляются генетические методы экспресс-анализа; расширение исследований пресноводного и раннего морского периода жизни лососей, в том числе за счёт оптимизации учётных траловых съёмов тихоокеанских лососей.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Автор выражает благодарность сотрудникам дальневосточных филиалов ВНИРО, Сахалинского филиала Главрыбвода, Ассоциации устойчивого рыболовства северо-востока Сахалина и дальневосточных территориальных управлений Росрыболовства за представление информации в течение лососевой путины 2021 г.

The author express their gratitude to the staff of the Far Eastern branches of VNIRO, the Sakhalin branch of Glavrybvod, the Association for Sustainable Fisheries of the North-East of Sakhalin, and the Far Eastern Territorial Administrations of the Federal Agency for Fishery for providing information during the 2021 salmon fishing season.

Финансирование работы (FUNDING)

Работа выполнена в рамках бюджетного финансирования.

The study has budget funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все приемлемые национальные, институциональные и международные этические принципы соблюдаются.

All applicable national, institutional and international ethical guidelines are implemented.

Список литературы

Каев А.М., Игнатъев Ю.И. Развитие заводского разведения тихоокеанских лососей в Сахалино-Курильском регионе и его значение для промысла // Тр. ВНИРО. — 2015. — Т. 153. — С. 95–104.

Хоревин Л.Д. Значение разведения лососей для поддержания их запасов в Сахалинской области // Систематика, биология и биотехника разведения лососевых рыб. — СПб. : ГосНИОРХ, 1994. — С. 204–206.

Шунтов В.П., Темных О.С., Шевляков В.А. Лососевая путина–2015: успехи и неудачи, контрасты «север–юг» // Бюл. № 10 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИПРО-центр, 2015. — С. 3–15.

Kaeriyama M., Shimizu Y., Minegishi Y., Aoyama J. Recovery from a Critical Disaster and Sustainable Conservation Management for Chum Salmon under a Warming Climate on the Sanriku Coast, Japan // NPAFC Tech. Rep. — 2021. — № 17. — P. 167–173. DOI: 10.23849/npafctr17/167.173.

Ruggerone G.T., Irvine J.R., Connors B. Did Recent Marine Heatwaves and Record High Pink Salmon Abundance Lead to a Tipping Point that Caused Record Declines in North Pacific Salmon Abundance and Harvest in 2020? // NPAFC Tech. Rep. — 2021. — № 17. — P. 78–82. DOI: 10.23849/npafctr17/78.82.

РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТИХООКЕАНСКОГО ФИЛИАЛА ВНИРО (ТИНРО)
В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ
ЛОСОСЕВОЙ ПУТИНЫ 2021 Г.

Е.А. Шевляков¹, А.Н. Канзепарова², А.А. Сомов¹, В.А. Шевляков¹, А.Н. Старовойтов¹,
Р.Л. Батанов³, Е.И. Барабанщиков^{1*}

¹Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4;

²Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
105187, г. Москва, Окружной проезд, 19;

³Чукотское НИО Тихоокеанского филиала ВНИРО (ТИНРО),
689000, г. Анадырь, ул. Отке, 56

Аннотация. Приведен анализ морских траловых съёмок по учёту горбуши и их взаимосвязь с величинами возвратов горбуши к основным нерестовым водоёмам Берингова и Охотского морей. По результатам осенних траловых съёмок в Беринговом и Охотском морях численность откочёвывающих на зимовку скоплений горбуши составила соответственно 1,05 и 2,10 млрд экз. Данные оценки предполагали возврат в 2021 г. в Берингово море 200 млн экз. (вылов — 160–180 тыс. т, пропуск на нерестилища — 50 млн экз.) в Охотское — 200–270 млн экз. (вылов на западной Камчатке 200–250 тыс. т, пропуск — 50 млн экз., материковое побережье Охотского моря — вылов 20–30 тыс. т, пропуск — 13 млн экз., восточный Сахалин и Курильские острова — вылов 20–25 тыс. т, пропуск — 5–10 млн экз.). Результаты летних траловых съёмок преданадромных скоплений горбуши показали высокий уровень выживаемости горбуши в зимний период и подтвердили предполагаемые оценки возвратов горбуши к основным нерестовым районам. Фактический вылов горбуши в бассейнах Охотского и Берингова морей дальневосточного бассейна составил 424 тыс. т, что было близко к общей средней оценке предполагаемого улова — 418 тыс. т. Вылов тихоокеанских лососей в зоне ответственности ТИНРО (Приморский край и Чукотский АО) составил 5,711 тыс. т (5,496 тыс. т — ЧАО, 0,215 тыс. т — Приморский край).

Ключевые слова: тихоокеанские лососи, горбуша, кета, нерка, морские траловые съёмки, промысел, прогноз, возвраты, путина 2021

Для цитирования: Шевляков Е.А., Канзепарова А.Н., Сомов А.А., Шевляков В.А., Старовойтов А.Н., Батанов Р.Л., Барабанщиков Е.И. Результаты деятельности Тихоокеанского филиала ВНИРО (ТИНРО) в информационном обеспечении дальневосточной лососевой путины 2021 г. // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2022. — С. 15–29. DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-15-29.

* Шевляков Евгений Александрович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, evgeniy.shevlyakov@tinro-center.ru, ORCID 0000-0002-8556-6737; Канзепарова Альбина Назиповна, кандидат биологических наук, директор департамента, kanzeparova@vniro.ru; Сомов Алексей Александрович, заведующий сектором, aleksey.somov@tinro-center.ru, ORCID 0000-0001-8459-0498; Шевляков Валерий Александрович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, valeriy.shevlyakov@tinro-center.ru; Старовойтов Александр Николаевич, кандидат биологических наук, главный специалист, sansea@inbox.ru, ORCID 0000-0001-5617-776X; Батанов Роман Леонидович, начальник отдела, roman.batanov@tinro-center.ru; Барабанщиков Евгений Иванович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, evgeniy.barabanshchikov@tinro-center.ru, ORCID 0000-0002-2609-7555.

© Шевляков Е.А., Канзепарова А.Н., Сомов А.А., Шевляков В.А., Старовойтов А.Н., Батанов Р.Л., Барабанщиков Е.И., 2022

Results of the Pacific Branch of VNIRO (TINRO) activities in the information support of the 2021 salmon fishing season in Russian Far East

Evgeny A. Shevlyakov¹, Albina N. Kanzeparova², Aleksey A. Somov¹, Valery A. Shevlyakov¹, Alexander N. Starovoytov¹, Roman L. Batanov³, Evgeny I. Barabanshchikov¹

¹ Ph.D., head of laboratory, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia, evgeniy.shevlyakov@tinro-center.ru; head of sector, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia, aleksey.somov@tinro-center.ru; Ph.D., leading researcher, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia, valeriy.shevlyakov@tinro-center.ru; Ph.D., chief specialist, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia, sansea@inbox.ru; Ph.D., head of laboratory, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia, evgeniy.barabanshchikov@tinro-center.ru;

² Ph.D., department director, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, 19, Okuzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia, kanzeparova@vniro.ru;

³ head of department, Chukotka Research and Development Department of the Pacific branch of VNIRO (TINRO), 56, St. Otko, Anadyr, 689000, Russia, roman.batanov@tinro-center.ru

Abstract. The article analyzes the sea trawl surveys on pink salmon and their interrelation with the values of pink salmon returns to the main spawning water bodies of the Bering and Okhotsk Seas. According to the fall trawl surveys in the Bering and Okhotsk Seas, the number of juvenile pink salmon was 1.05 and 2.10 billion, respectively. These estimates supposed return of 200 mln pink salmon in 2021 in the Bering Sea (catch — 160–180 thousand tons, 50 mln — pass to spawning grounds), 200–270 mln in the Sea of Okhotsk (catch in the western Kamchatka — 200–250 thousand tons, 50 mln — pass), Mainland coast of the Sea of Okhotsk — 20–30 thousand tons, 13 mln — pass, eastern Sakhalin and Kurils — 20–25 thousand tons, 5–10 mln — pass). Results of summer trawl surveys of preadromous pink salmon showed high level winter survival and confirmed earlier returns estimations. The actual pink salmon catch in the Sea of Okhotsk and Bering Sea basins of the Far East was 424.000 tons, which was close to the overall average forecasted catch of 418.000 tons. The Pacific salmon catch in the TINRO area of responsibility (Primorsky Krai and Chukotka AD) was 5.711 thousand tons (5.496 thousand tons — Chukotka AD, 0.215 thousand tons — Primorsky Krai).

Keywords: Pacific salmon, pink salmon, chum salmon, sockeye salmon, marine trawl surveys, fisheries, forecast, returns, 2021 salmon fishing season

For citation: Shevlyakov E.A., Kanzeparova A.N., Somov A.A., Shevlyakov V.A., Starovoytov A.N., Batanov R.L., Barabanshchikov E.I. Results of the Pacific Branch of VNIRO (TINRO) activities in the information support of the 2021 salmon fishing season in Russian Far East, in *Byull. N 16 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 16 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2022, pp. 15–29. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-15-29.

Введение

Тихоокеанские лососи являются важнейшим объектом промысла на Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне. Их совокупный вылов уступает только минтаю и за период 2000–2020 гг. находится на уровне более 350 тыс. т с максимальным выловом в 2018 г. (666,95 тыс. т), 2009 (551,51 тыс. т) и 2011 г. (505,97 тыс. т). Результат путины 2021 г. (538,77 тыс. т) также стоит в ряду рекордных лет, уступая только результатам 2018 и 2009 гг.

Такие высокие объемы вылова в последние годы связаны прежде всего с ростом численности основных популяций тихоокеанских лососей, основное место среди которых занимает горбуша, доля которой в уловах составляла от 44 до 79 %, а в рекордные годы — 76–79 %. Весьма значимую роль в успешности путин во все годы играло качественное научно-информационное обеспечение как подготовки материалов предварительного прогноза, так и сопровождения путины. Благодаря работе научно-исследовательского флота по оценке численности горбуши на разных этапах её жизненного цикла, как правило, удавалось с достаточной степенью заблаговременности ориентировать рыбодобывающую отрасль на конкретные объёмы вылова и его распределения по регионам.

Морские траловые съемки ориентированы прежде всего на учёт мигрирующих потоков горбуши двух основных бассейнов — Берингова и Охотского морей. Съемки проводятся как в осенний период (конец сентября — октябрь) с целью учёта численности откочевывающих на зимовку сеголе-

ток горбуши, так и в раннелетний период (июнь — начало июля) по учёту численности преданадромных скоплений. В первом случае учитывается выжившая после ската и раннеморского периода жизни молодь, численность которой на этом этапе уже даёт основания предполагать уровень возврата производителей на предстоящий год. Во втором случае оценивается остаточная численность поколений после их зимовки в Тихом океане.

В Беринговом море подавляющее большинство учитываемых особей горбуши принадлежат стадам Карагинского и Олюторского заливов, в Охотском море горбуша образует смешанные скопления различных региональных стад (западнокамчатского, континентального побережья, восточносахалинского, южных Курильских островов, японского происхождения). Для оценки региональных возвратов проводится дифференциация горбуши по районам происхождения морфометрическими (ТИНРО) и генетическими (КамчатНИРО) методами.

Сложившаяся в Дальневосточном регионе практика использования информации от получения количественных оценок о численности учтенной осенью молоди горбуши до её внедрения в разном качестве обработки в материалы прогнозов подходов и уловов предполагает прохождение нескольких последовательных этапов подготовки. Как правило, планирование, организация и анализ материалов, получаемых в процессе проведения морских учетных работ, обеспечиваются силами специалистов Тихоокеанского филиала. На этом этапе оценивается суммарная численность ожидаемых возвратов горбуши в морские бассейны. Идентификация горбуши по районам происхождения выполняется на основе дополнительных морфометрических и генетических исследований и впоследствии соотносится с полученными ранее оценками численности. Поскольку в процессе подготовки прогнозов каждый региональный институт в том числе использует массивы данных, получаемых им ежегодно в береговых экспедиционных исследованиях, в зоне ответственности филиала генерируют материалы прогнозов в рамках своих представлений о динамике процессов формирования численности, в той или иной степени опираясь на материалы морских съемок. Сложившаяся структура объясняет разную степень вовлечения результатов траловых съемок в материалы прогнозов и поддерживается персональной ответственностью филиала за региональные запасы, филиал несет ответственность и за качество прогноза уловов. Этим же объясняется и возможность существования разночтений в оценках и существования альтернативного региональному прогнозу развития ситуации по результатам морских исследований. Именно в формате проверки предварительного прогноза подходов и уловов горбуши в регионах Дальнего Востока России по результатам исследований ТИНРО в 2020 г. [Шевляков и др., 2020] и строилась данная работа. Ее цель — охарактеризовать работу Тихоокеанского филиала ВНИРО (ТИНРО) в информационном обеспечении путины 2021 г. путем анализа результатов морских съемок и динамики вылова в период путины, а также оценить качество прогноза подходов тихоокеанских лососей в водоёмы, находящиеся непосредственно в зоне ответственности филиала (Приморский край и Чукотский автономный округ).

Результаты морских учётных съемок, прогноз подходов и вылова горбуши в Беринговом и Охотском морях

Берингово море, осенняя съемка молоди в 2020 г. Осенняя траловая съемка западной части Берингова моря была выполнена НИС «ТИНРО» и «Профессор Кагановский» в период с 24 сентября по 04 октября. Общая учтенная численность сеголеток горбуши поколения 2019 г. составила 1,05 млрд экз. (рис. 1). Эта оценка численности нечетного поколения горбуши была сопоставима по величине с рекордно высокими оценками ее численности, полученным в 2008 и 2010 гг., — 1,25 млрд экз. (возврат — 197 млн экз./вылов — 135,2 тыс. т) и 1,10 млрд экз. (219 млн экз./177,7 тыс. т), а также с последней высокой оценкой ее численности 2018 г. — 996 млн экз. (311 млн экз./225,0 тыс. т).

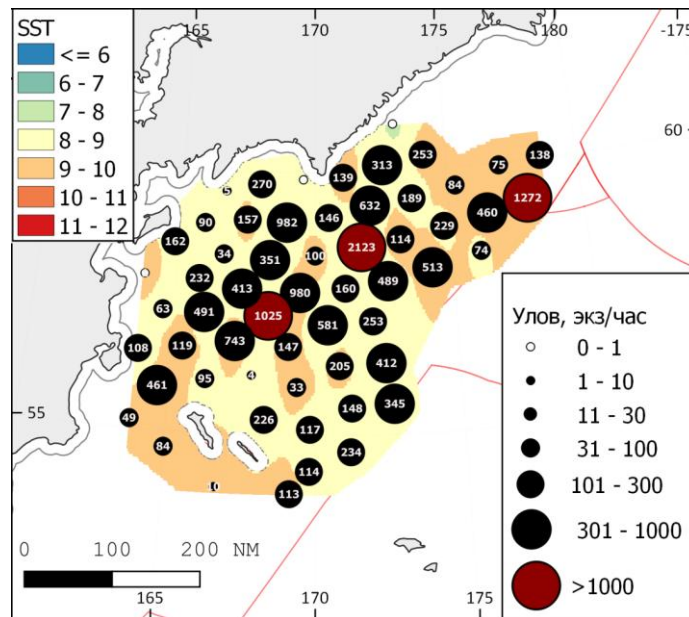


Рис. 1. Уловы сеголеток горбуши осенью 2020 г. в западной части Берингова моря на фоне температуры поверхности воды

Fig. 1. Pink salmon juveniles trawl catches in the western Bering Sea in the fall of 2020. Color shades represent sea surface temperature

Предварительно на этапе подведения итогов съемки возврат производителей горбуши оценили в 200 млн особей (рис. 2). Учитывая степень развития рыбоперерабатывающей базы в промышленном районе, при таких подходах пропуск на нерест мог составить не менее 50 млн производителей, а вероятнее всего — несколько больше, улов в таком случае при средней навеске рыб в 1,1–1,2 кг мог составить около 160–180 тыс. т. При этом подчеркивалось, что бóльший уровень уловов вряд ли достижим по условиям мощности переработки, меньший — может быть достигнут при пропуске производителей в реки на уровне до 100 млн экз. [Шевляков и др., 2020], обычном в практике подходов сверхурожайных поколений в 2009, 2011 и 2019 гг.

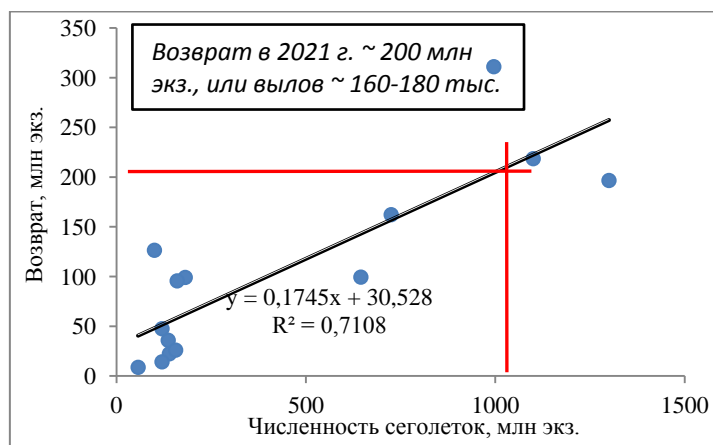


Рис. 2. Зависимость возврата горбуши от численности учтенной молодежи в Беринговом море

Fig. 2. Dependence of pink salmon return on the number of accounted juveniles in the Bering Sea

Берингово море, летняя съемка преданадромной горбуши в 2021 г. В конце июля завершили траловую учетную съемку карагинской горбуши в Беринговом море на НИС «Профессор Кагановский». Горбуша мигрировала в район воспроизводства двумя потоками, огибая Командорские острова с юго-восточного и юго-западного направлений. Наиболее значимый поток поступал из открытых вод американской зоны (рис. 3). Второй поток уступал первому по мощности, но, судя по отмеченному на внешней южной границе западноберингоморского полигона соотношению полов, смещенному в

пользу преобладания самцов, а также наличию в мористых районах СЗТО зрелых самок предположительно карагинского происхождения, этот поток должен быть глубже первого. Общая оценка численности подходящей к побережью горбуши оперативно была определена в диапазоне 160–170 млн особей и с учетом рыб, распределенных за пределами учетных полигонов, позволяла рассчитывать на прогнозный уровень подходов в 200 млн особей (рис. 3, оперативные материалы селекторных совещаний).

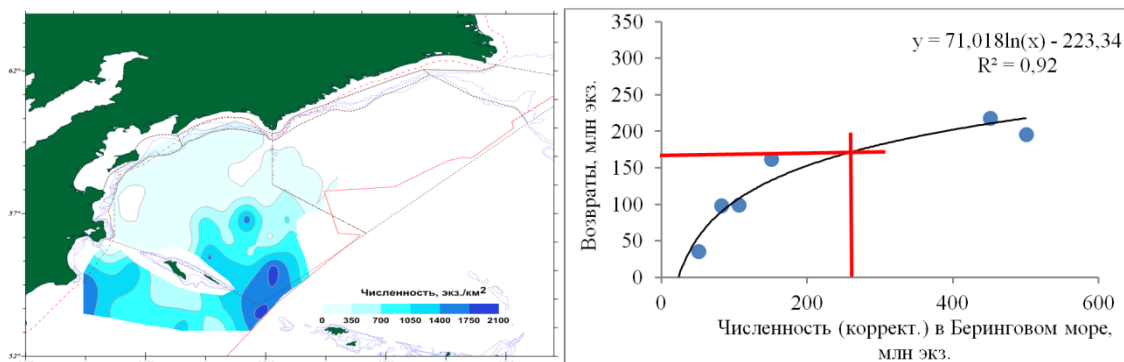


Рис. 3. Распределение и плотность миграционных потоков карагинской горбуши (слева) и зависимость возврата от учтённой численности в Беринговом море в июне 2021 г. (справа)

Fig. 3. Distribution and density of migratory flows of pink salmon (left) and dependence of return on the estimated abundance in the Bering Sea in June 2021 (right)

Характер распределения мигрирующих потоков свидетельствовал о том, что в большей степени подходами будет охвачен Карагинский залив, в частности его средняя часть (Тымлатский, Кичигинский заливы), в реках которой и осуществлялся основной нерест производителей в 2019 г. На южное распределение производителей (реки южной части Карагинского залива) указывало формирование южного миграционного потока в Камчатском проливе.

Фактический вылов по результатам путины в Карагинской подзоне составил без малого 200 тыс. т (199,92 тыс. т) (рис. 4), или при средней навеске в 1,060 кг — 190 млн особей. Пропуск на нерест состоялся на уровне порядка 90 млн особей (с учетом экстраполяции на необследованный нерестовый фонд) против 50 млн, закладываемых специалистами ТИНРО в прогноз развития промысловой обстановки исходя из мощности подхода, и более чем втрое выше репродуктивного оптимума. Даже если исходить из пропуска в диапазоне от оптимального до 50 млн, дополнительный вылов в Карагинской подзоне мог бы составить еще не менее 40 тыс. т. В целом уровень возврата по факту подходов оценивается в 280 млн особей горбуши, и это второй по значимости уровень подходов карагинской горбуши после 2019 г. (311 млн) в исторической ретроспективе на текущий момент.

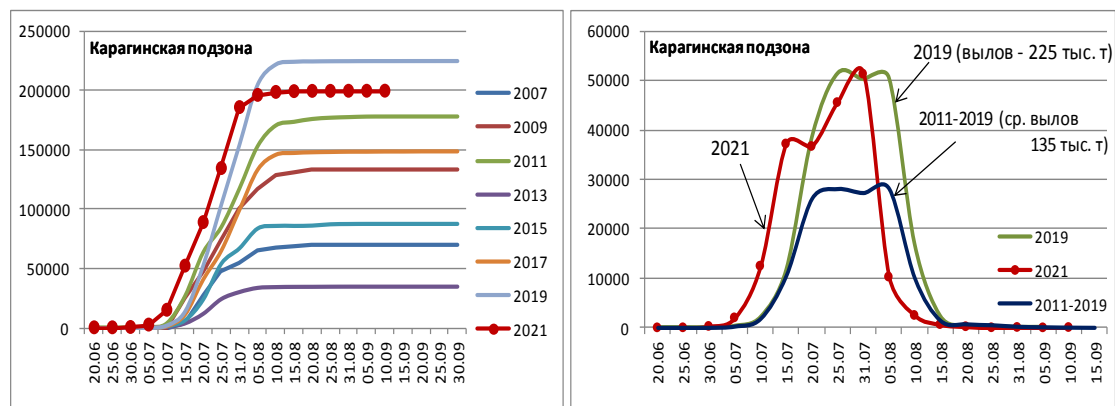


Рис. 4. Динамика промысла горбуши (т) в Карагинской подзоне в 2021 г.: слева — изменение общего вылова; справа — вылов за пятидневку

Fig. 4. Dynamics of pink salmon fishing (t) in the Karaginsky subzone in 2021: left — change in total catch; right — five-day catch

Скопления горбуши в Охотском море представляют собой смешение стад различной региональной принадлежности — западной Камчатки (ЗК), материкового побережья Охотского моря (МПОМ), восточного Сахалина (ВС) и южных Курильских островов (ЮК). Соответственно, на этапе подготовки прогноза была необходимость проведения дифференциации молоди по районам происхождения (рис. 7).

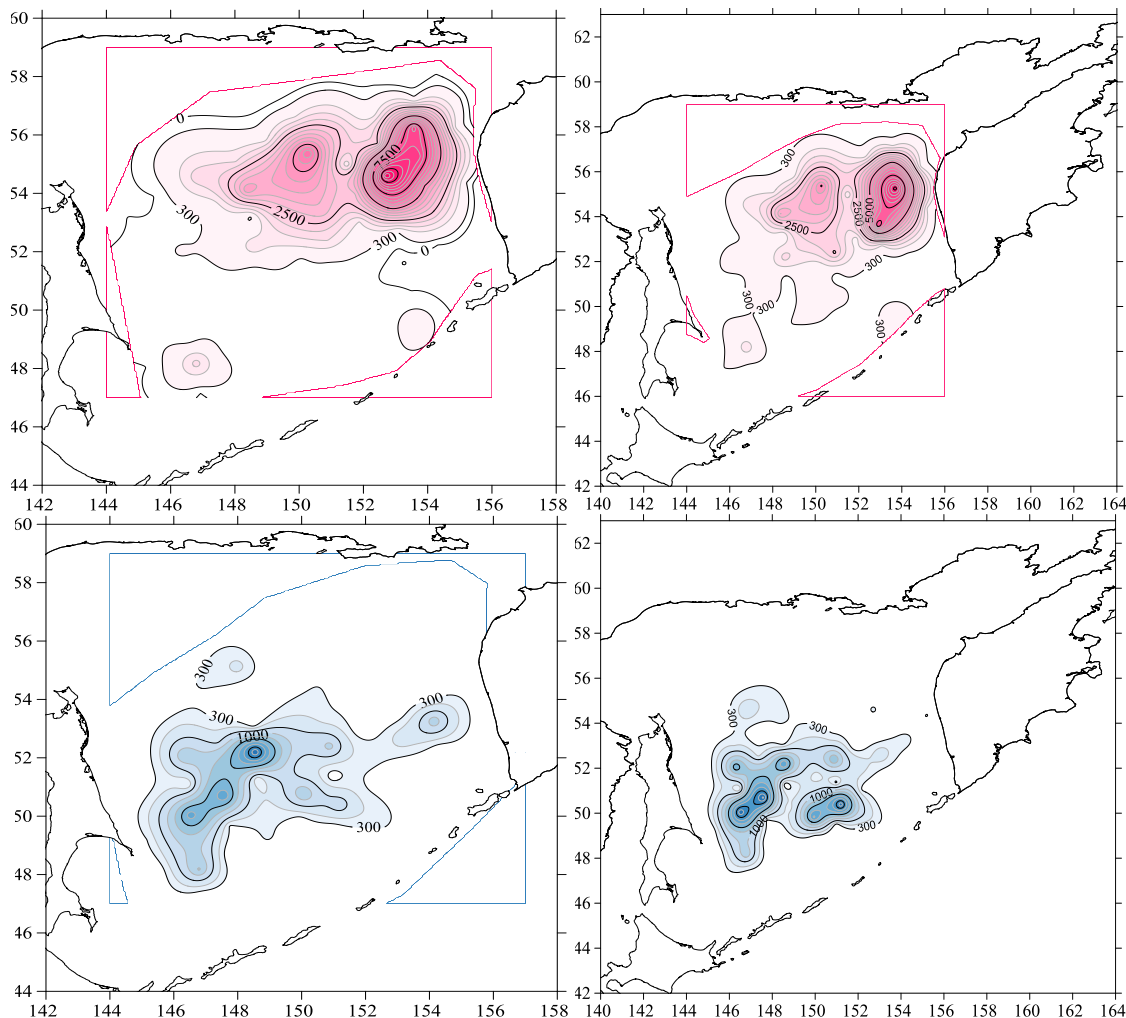


Рис. 7. Распределение относительной численности (экз./км²) самок (слева) и самцов (справа) горбуши, идентифицированных по результатам кластеризации индивидуальной массы тела как принадлежащих к североохотоморским (вверху) и сахалино-курильским (внизу) комплексам стад

Fig. 7. Distribution of relative abundance (ind./km²) of female (left) and male (right) pink salmon identified by clustering of individual body mass as belonging to the North-Okhotsk Sea (top) and Sakhalin-Kuriles (bottom) population complexes

Согласно результатам анализа пространственного распределения численности и средних размерно-весовых характеристик самок и самцов горбуши порядка 80 % всей откочевывающей молоди были отнесены к западнокамчатскому комплексу. Диапазон оценок возможного возврата горбуши в охотоморский бассейн оценивался нами в 200–270 млн особей. Соответственно, возврат горбуши западнокамчатского регионального комплекса в 2021 г. приняли на примерном уровне 150–200 млн экз. При дальнейших расчетах использовали среднюю навеску в 1,5 кг и диапазон пропуска производителей от оптимального до 50 млн особей. В этом случае промыслом на западной Камчатке могло быть освоено от 200 до 250 тыс. т.

На долю сахалино-курильского комплекса в этом случае приходилось бы около 20–25 млн рыб, из которых в зависимости от локализации подходов и в силу малочисленности стад было бы це-

лесообразно пропустить на нерест около 5–10 млн производителей. Соответственно, к вылову осталось около 10–20 млн рыб, либо 15–30 тыс. т, в наиболее вероятном диапазоне вылова 20–25 тыс. т.

Учитывая тенденции роста запасов горбуши нечетных линий воспроизводства в реках материкового побережья Охотского моря, предполагали суммарный вылов в 20–30 тыс. т.

Общий бассейновый вылов горбуши при благоприятных условиях ее зимовки в Тихом океане согласно прогнозу ТИНРО оценивали в 380–455 тыс. т [Шевляков и др., 2020].

СЗТО и Охотское море, летние съемки. В июне-июле 2021 г. проведены две съемки, ориентированные на учет преданадромной горбуши в прикурильском районе Тихого океана (рис. 8) и Охотского моря, соответственно на НИС «ТИНРО» и «Владимир Сафонов». В прикурильском районе СЗТО было учтено около 900 млн особей мигрирующей горбуши, что эквивалентно подходу около 350–360 млн экз. и являлось аналогом промысловой обстановки экстраурожайного 2018 г. Результаты дифференциации смешанных потоков при входе в Охотское море (НИС «ТИНРО») указывали на соотношение северных и южных форм как 96 % к 4 %. По дифференциации, проведенной по результатам работ на «НИС Владимир Сафонов», учитывающих специфику прохождения производителями горбуши курильских проливов, соотношение этих форм несколько смещалось в сторону увеличения южной составляющей — 92,4 % к 7,6 %.

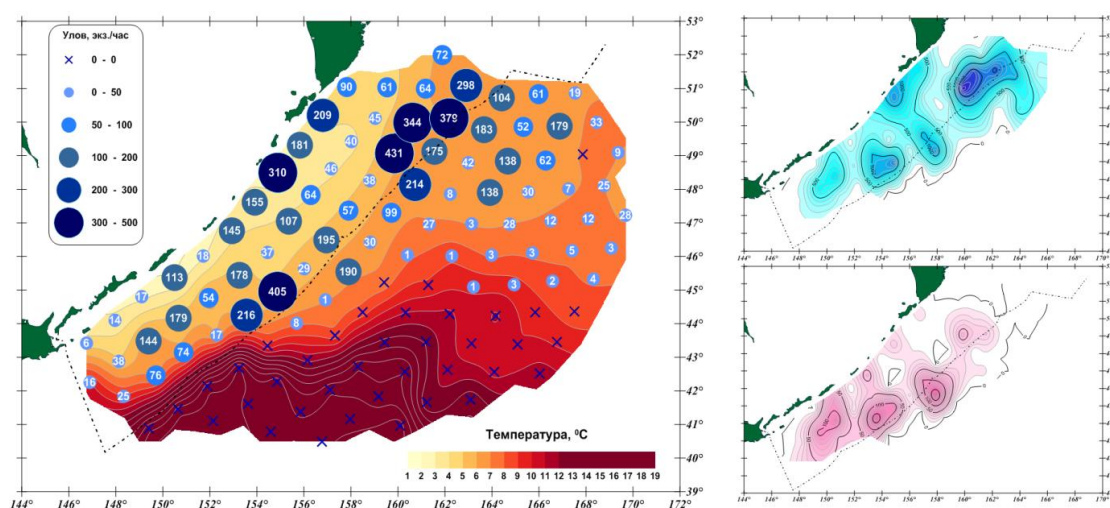


Рис. 8. Распределение уловов (слева) и локализация североохотоморского (справа сверху) и сахалино-курильского (справа внизу) комплексов горбуши по результатам проведения учетных траловых съемок в северо-западной части Тихого океана в 2021 г.

Fig. 8. Distribution of catches (left) and localization of the North-Okhotsk Sea (top right) and Sakhalin-Kuriles (bottom right) pink salmon population complexes from trawl surveys in the Northwest Pacific Ocean in 2021

Фактический вылов в двух подзонах западной Камчатки составил 176 тыс. т (рис. 9), или при фактической средней навеске 1,32 кг — 130 млн особей. Еще 70 млн особей достигли нерестилищ, т.е. резерв промысла за счет избыточного пропуска на западной Камчатке не превышал порядка 50 тыс. т. В процессе промысла неоднократно фигурировала информация о выливке некондиционных уловов из неводов (обычная практика при острой нехватке перерабатывающих мощностей), однако конкретных оценок в отношении таких выбросов не проводилось. Таким образом, в сумме подход горбуши к рекам западного побережья Камчатки можно оценить в 200 млн экз. или несколько более, при прогнозе подходов в 150–200 млн особей.

Даже без учета меньшей, чем ожидалось, средней навески горбуши, а лишь при соответствии уровня пропуска, заложенного в прогноз специалистами ТИНРО, улов западнокамчатской горбуши мог бы достичь 226 тыс. т и составить среднюю арифметическую диапазона прогнозных ожиданий (200–250 тыс. т, табл. 1), при сохранении средней навески рыб на уровне 1,5 кг — достичь верхнего предела диапазона.

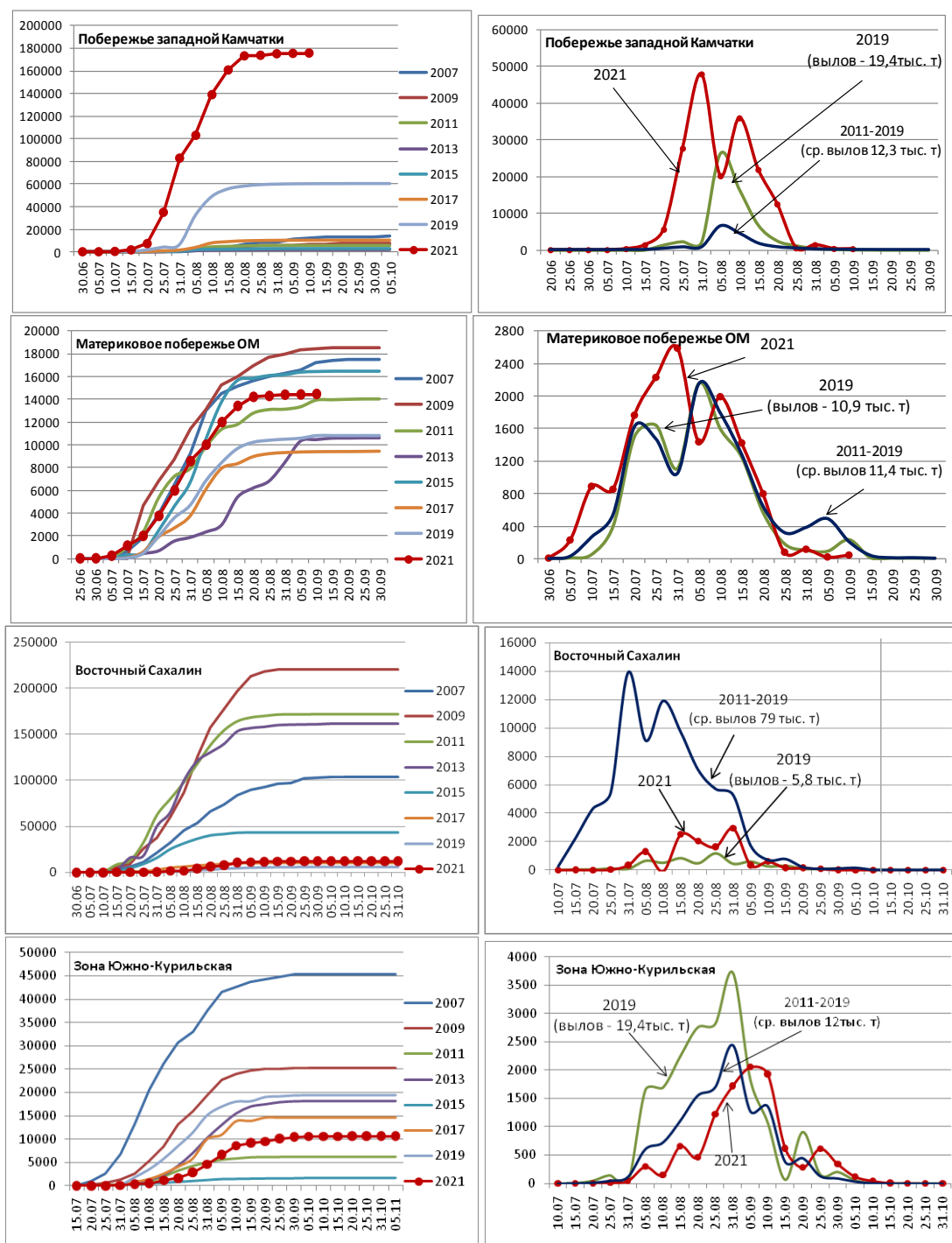


Рис. 9. Динамика промысла горбуши (т) в региональных центрах воспроизводства Охотского моря в 2021 г.: **слева** — изменение общего вылова; **справа** — вылов за пятидневку

Fig. 9. Dynamics of pink salmon fishing (t) in the regional reproduction centers of the Sea of Okhotsk in 2021: **left** — change in total catch; **right** — five-day catch

Фактический вылов горбуши на восточном Сахалине составил немногим более 12 тыс. т (12,1 тыс. т), в Южно-Курильской зоне — 10,6 тыс. т (рис. 9), совокупный сахалино-курильский вылов горбуши — около 22,8 тыс. т (табл. 1). По оперативной оценке специалистов СахНИРО пропуск горбуши на нерест в реках Сахалинской области составил около 10,3 млн особей, а общий подход к рекам состоялся на уровне 29,3 млн особей.

Наибольшее расхождение прогноза развития промысловой обстановки в регионах с ожиданиями, сформированными по результатам учетных съемок молоди горбуши осенью 2020 г., наблюдалось на материковом побережье Охотского моря, в частности в реках Магаданской области. Если в

Таблица 1

Анализ прогнозных ожиданий подходов и уловов горбуши и фактических результатов путины и пропуска производителей в региональных центрах воспроизводства Дальнего Востока России в 2021 г.

Table 1

Analysis of forecasted expectations of pink salmon returns and catches and actual results of fishing and producers' pass to spawning grounds in the regional reproduction centers of the Russian Far East in 2021

Промрайон	Подход, млн экз.			Пропуск, млн экз.			Вылов, тыс. т			Доля региональных стад в Охотском море по съемкам и факту вылова, %			
	Прогноз	Факт	Δ, %	Прогноз	Факт	Δ, %	Прогноз	Факт	Δ, %	Осенняя съемка молоди	Летняя съемка НИС "ТИН-РО"	Летняя съемка НИС "Вл. Сафонов"	Факт. вылов
Карагинский	200	280,0	+40	50	90,0*	+90	160–180	200,0	+17				
Западная Камчатка	150–200	200,0	+14	50	70,0	+40	200–250	176,0	–22				
Материковое побережье (Магаданской области и Хабаровский край)	18–20**	40,0	+110	13**	23,7	+90	20–30	14,4	–42	80,0	96,0	92,4	91,0
Сахалино-Курильский	20–25	29,3	+29	5–10	10,3	+37	20–25	22,8	+1	20,0(10)***	4,0	7,6	9,0
Охотское море	200–270	269,3	+15	68–73	104,0	+47	240–305	209,5	–22				
Дальневосточный бассейн	400–470	549,3	+26	118–123	194,0	+61	380–455	424,0	0				

* С учетом экстраполяции на весь нерестовый фонд.

** По материалам прогнозов подходов и уловов МагаданНИРО и ХабаровскНИРО.

*** В скобках — прогнозный показатель возврата от учета молоди на съемке и идентифицированной по региону [Шевляков и др., 2020].

пределах Охотского района Хабаровского края ситуация была достаточно близкой к прогнозной, то в Магаданской области подходы горбуши превысили официальный прогноз более чем вдвое. Оперативная корректировка позволила дополнительно освоить около 2 тыс. тонн горбуши, однако отсутствие производственных мощностей в районах основных подходов горбуши в Гижигинской губе не позволило реализовать имеющийся потенциал в фактический вылов. В итоге на фоне более чем двукратного превышения величин пропуска по сравнению с оптимумом наблюдается такого же порядка недолов по сравнению с ожидаемыми величинами по материалам специалистов ТИНРО [Шевляков и др., 2020].

Фактический вылов горбуши в бассейнах Охотского и Берингова морей Дальневосточного бассейна составил 424 тыс. т, вписавшись в среднюю арифметическую этих двух значений — 418 тыс. т (табл. 1). За счет избыточного (но не чрезмерного) пропуска производителей в реки вылов горбуши мог достигнуть и превысить отметку в 500 тыс. т (на восточной Камчатке — на 40 тыс. т, на западной — 50 тыс. т, на материковом побережье Магаданской области ~10 тыс. т).

Результаты путины тихоокеанских лососей в зоне ответственности ТИНРО

Итоги вылова тихоокеанских лососей Чукотского АО

Нерка. В 2021 г. во внутренних водных объектах Чукотского АО к вылову было рекомендовано 741 т нерки. Из распределенных на промышленное и любительское рыболовство 355 т (60 %) выловлено 174 т, или 49 % (табл. 2, рис. 10). В Мейныпильгинской ОРС из распределенных для промыслового 275 т выловлено 150 т (54,5 %). Освоение ПВ в 2021 г. минимальное за последние 11 лет (табл. 2).

Таблица 2

Прогноз, вылов нерки и доля освоения ПВ в Чукотском АО в 2010–2021 гг.

Table 2

Forecast and catch of sockeye salmon and share of Potential Catch accomplishment in Chukotka AO in 2010–2021

Год	Нерка			Горбуша			Кета		
	ПВ, т	Вылов, т	Освоение, %	ПВ, т	Вылов, т	Освоение, %	ПВ, т	Вылов, т	Освоение, %
2011	482	281	58,3	390	452	115,9	1654	1374	83,1
2012	497	295	59,4	300	33	11,0	1600	778	48,6
2013	294	371	126,2	390	268	68,7	1374	980	71,3
2014	354	372	105,1	300	223	74,3	2353	1247	53,0
2015	469	396	84,4	390	394	101,0	1944	1149	59,1
2016	646	533	82,5	300	225	75,0	3342	1401	41,9
2017	613	378	61,7	390	615	157,7	2755	2198	79,8
2018	486	291	59,9	300	44	14,7	3653	3104	85,0
2019	691	419	60,7	1950	3174	162,8	3830	2322	60,6
2020	694	246	35,4	730	181	24,8	4602	1462	31,8
2021	741	274,0	37,0	5018	3067,0	61,1	2740	2155	78,6
Средняя 2011–2020 гг.	523	358	73,4	544	561	80,6	2713	1631	62,2

Результаты пеших и авиаучетных работ в бассейне Мейныпильгинской ОРС позволяют оценить пропуск как высокочисленный (максимальный за 3 последних года), соответственно, промышленный вылов не отражает численности подходов. Причины недоосвоения промышленной квоты заключаются в сложных гидрологической и ледовой обстановках — продолжительное время отсутствовала возможность постановки орудий лова, высокой численности горбуши, составляющей основу уловов.

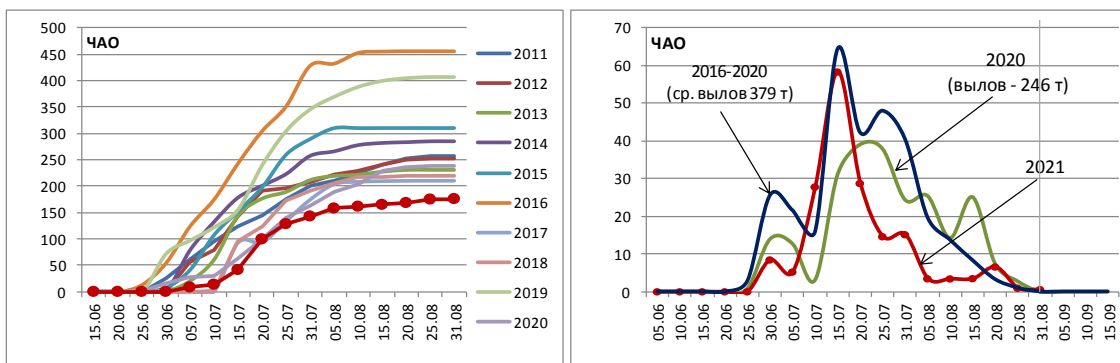


Рис. 10. Динамика промысла нерки (т) в Чукотском АО в 2021 г.: **слева** — изменение общего вылова; **справа** — вылов за пятидневку
 Fig. 10. Dynamics of sockeye salmon catches (t) in Chukotka AD in 2021: **left** — change in total catch; **right** — five-day catch

Горбуша. В 2021 г. во внутренних водных объектах Чукотского АО к вылову было рекомендовано 5018 т горбуши. Из распределенных на промышленное и любительское рыболовство 3913 т (78 %) выловлено 2742 т, или 70 %, с учетом вылова физическими и юридическими лицами из числа КМНС — 3067 т, или 61,1 % (табл. 2, рис. 11). Вылов горбуши в 2021 г. – второй за всю историю промысла этого вида в округе (см. табл. 1).

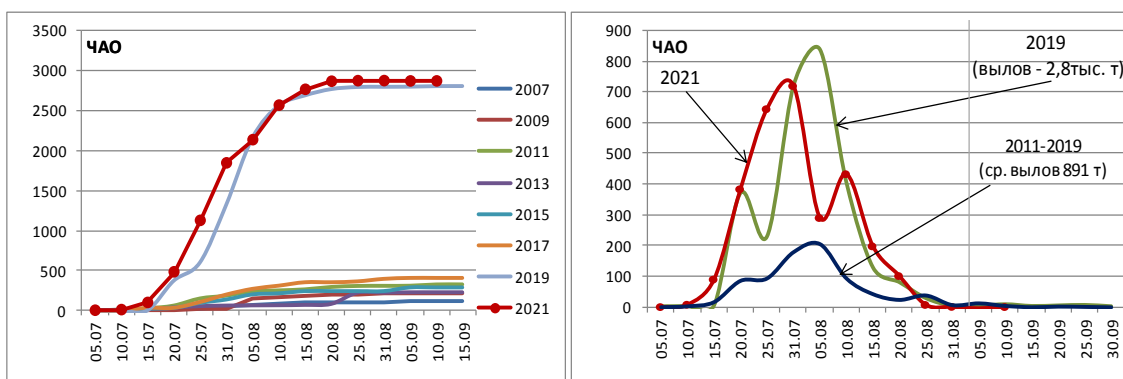


Рис. 11. Динамика промысла горбуши (т) в Чукотском АО в 2021 г.: **слева** — изменение общего вылова; **справа** — вылов за пятидневку
 Fig. 11. Dynamics of pink salmon catches (t) in Chukotka AD in 2021: **left** — change in total catch; **right** — five-day catch

В 2019 г. общая численность горбуши чукотских стад была оценена в 14–15 млн экз., из которых добыто около 3 млн экз. В 2021 г. численность горбуши в Мейныпильгинской системе была не меньше, чем в 2019 г., интенсивность захода горбуши в р. Анадырь, вероятно, оказалась значительно ниже. Количество задействованных нерестилищ было относительно небольшим и не распространялось выше нижнего течения р. Белой. Тем не менее относительно высокой плотности нерест горбуши мог достигать в нижнем течении рек, впадающих в зал. Онемен. В частности, в р. Великой высокая концентрация сненки и большое количество разработанных нерестилищ отмечено в нижнем течении основного русла реки и ее придаточной системе. В целом нерест горбуши в обследованных бассейнах несколько уступал показателям 2019 г., однако интенсивность промысла вкупе с отсутствием переработки, а также преимущественное распределение производителей в малых и средних левобережных реках, впадающих в зал. Онемен, Анадырский лиман, и относительно поздние сроки учета указывают на то, что общая оценка пропуска горбуши в текущем году должна быть все же сопоставимой с пропуском в 2019 г. и может составлять порядка 8–10 млн особей.

Кета. В 2021 г. во внутренних водных объектах Чукотского АО к вылову было рекомендовано 2740 т кеты. Из распределенных на промышленное и любительское рыболовство 2004 т (73 % от

общего объема) выловлено 1796 т, или 92 %, с учетом вылова физическими и юридическими лицами из числа КМНС — 2155 т, или 78,6 % (см. табл. 2, рис. 12).

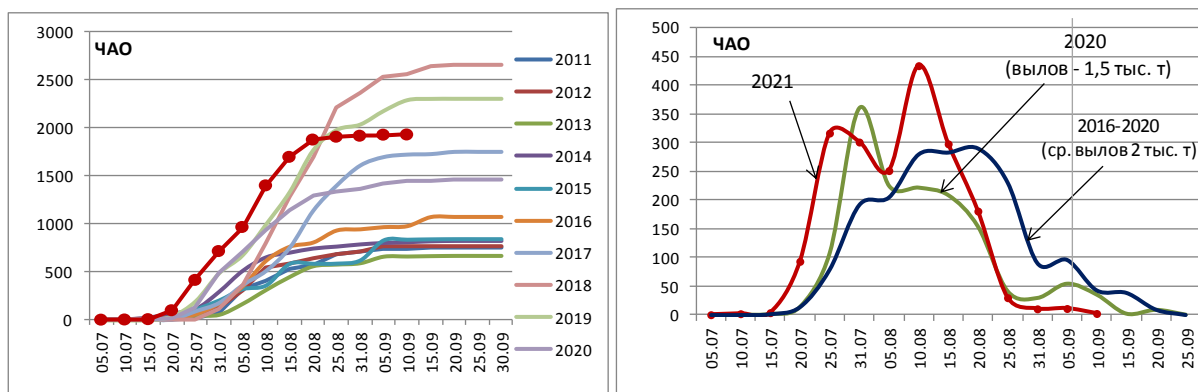


Рис. 12. Динамика промысла кеты (т) в Чукотском АО в 2021 г.: **слева** — изменение общего вылова; **справа** — вылов за пятидневку

Fig. 12. Dynamics of chum salmon catches (t) in Chukotka AD in 2021: **left** — change in total catch; **right** — five-day catch

Оправдалось ожидание низкой численности рыб от нереста 2016 г.: доля рыб в возрасте 4+ лет в контрольных уловах составила всего 7,2 % при среднемноголетней величине 32,3 %. По-видимому, низкая численность поколения от нереста 2016 г. обусловлена сильным паводком во время инкубации, вызвавшим переотложение аллювия и размыв гнезд.

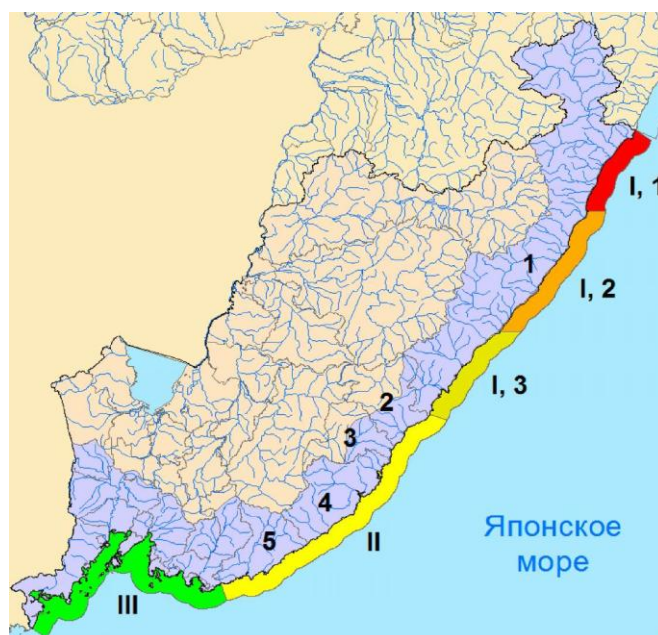
Предварительно можно заключить, что в целом пропуск кеты в бассейны рек Анадырского лимана не превысил треть от необходимого оптимума. Причина недостаточного пропуска кеты заключалась в нецелесообразности введения проходных дней в период массовых подходов горбуши, а прежде всего ранним завершением хода кеты. В следующем году предусмотрено введение режима проходных дней на весь период хода кеты.

Итоги вылова тихоокеанских лососей в Приморском крае

В Приморском крае выделяют три промысловых подрайона, в третьем промысловом подрайоне промышленное и традиционное рыболовство отсутствует (рис. 13).

Рис. 13. Карта-схема промысловых подрайонов Приморского края: I — подрайон 1, в том числе 1 — Тернейский район, I, 1 — участок от границы с Хабаровским краем до мыса Бакланьего, I, 2 — участок от мыса Бакланьего до мыса Маячного, I, 3 — участок от мыса Маячного до границы с Дальнегорским городским округом; II — подрайон 2, в том числе 2 — Дальнегорский городской округ, 3 — Кавалеровский район, 4 — Ольгинский район, 5 — Лазовский район; III — подрайон 3

Fig. 13. Scheme of fishing sub-areas of Primorsky Krai: I — Sub-area 1, including 1 — Terneisky district, I, 1 — section from the border of Khabarovsk Krai to cape Baklany, I, 2 — section from cape Baklany to cape Mayachny, I, 3 — section from cape Mayachny to the border of the Dalnegorsk urban district; II — Sub-area 2, including 2 — Dalnegorsk urban district, 3 — Kavalerovsky district, 4 — Olginsky district, 5 — Lazovsky district; III — Sub-area 3



Горбуша. В реках Приморского края горбуша воспроизводится в северной части Тернейского района — подрайоне I (рис. 13).

Добыча (вылов) горбуши в подзоне Приморье промышленным, прибрежным рыболовством осуществлялась в период с 01 июня по 25 июля. По данным Приморского ТУ Росрыболовства в целях промышленного рыболовства освоено 0,092 тыс. т, общий вылов составил 0,114 тыс. т (рис. 14), или 67 % от выделенного ПВ (0,170 тыс. т).

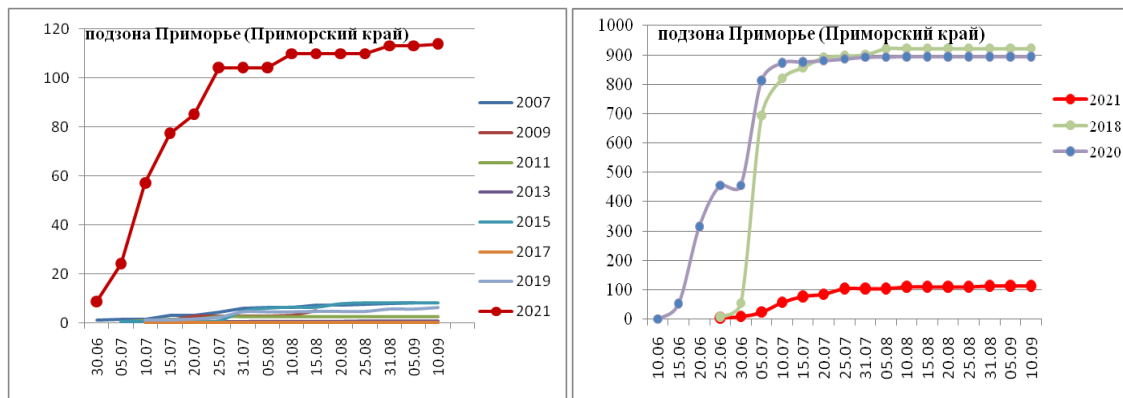


Рис. 14. Динамика промысла горбуши (т) в Приморском крае в 2021 г.: **слева** — в сравнении с выловом в нечетные годы; **справа** — на фоне вылова в последние два четных года

Fig. 14. Dynamics of pink salmon fishing (t) in Primorsky Krai in 2021: **left** — in comparison with catches in odd years; **right** — against catches in the last two even years

Общая численность зашедших на нерест в реки Тернейского района производителей горбуши оценена в 0,40–0,45 млн особей, или 40–45 % от оптимального заполнения нерестовых площадей. Учитывая подход в 2021 г. неурожайной линии воспроизводства, заполнение можно оценить как достаточно высокое с тенденцией роста численности нечетного поколения. Общую численность подходов приморской горбуши можно предварительно оценить в 0,46–0,51 млн экз. Средний уровень эксплуатации запаса составил 14 % и принципиально показал возможность осуществления промысла горбуши нечетной линии воспроизводства без ущерба ее воспроизводству.

Кета. Воспроизводится в реках всех трех (I, II, III) подрайонов Приморского края (рис. 15). Прибрежный и промышленный лов кеты в подрайоне I осуществляется с 15 августа. Массовый нерестовый ход кеты к рекам подрайонов II и III ожидается в октябре. Распределение объемов кеты между подрайонами промысла, отсутствие оперативного резерва и относительно высокие подходы и заходы на нерест производителей кеты в начале промысла обусловили необходимость корректировки выделенных объемов в сторону увеличения на 100 т. Освоение выделенных объемов кеты прибрежным промышленным рыболовством продолжалось до 10 октября.

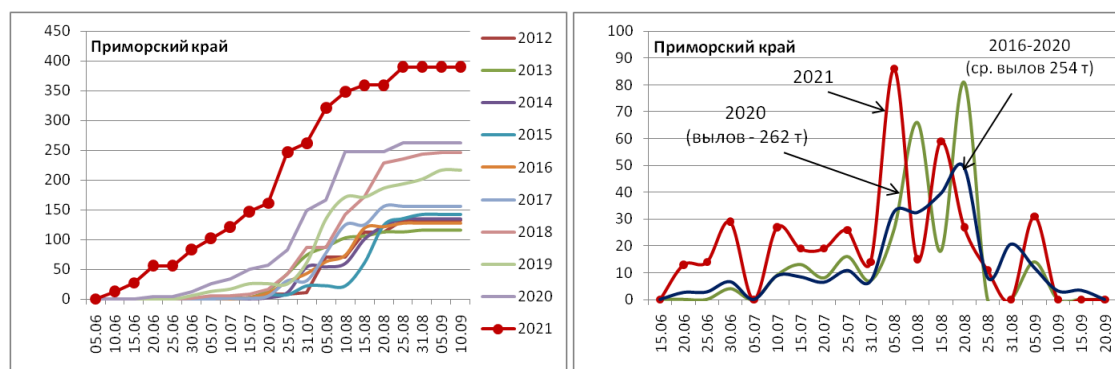


Рис. 15. Динамика промысла кеты (т) в Приморском крае в 2021 г.: **слева** — изменение общего вылова; **справа** — вылов за пятидневку

Fig. 15. Dynamics of chum salmon fishing (t) in Primorsky Krai in 2021: **left** — change in total catch; **right** — five-day catch

Всеми видами рыболовства на 13.09.2021 г. выловлено 0,096 тыс. т кеты, освоение составляет 16 % от общего выделенного объема (0,589 тыс. т). Собранные к настоящему времени материалы предварительно подтверждают тенденцию увеличения запаса кеты рек северного Приморья.

Сима. В подзоне Приморье (южнее мыса Золотого, Приморский край) симу в основном добывают в качестве прилова в ходе прибрежного промысла горбуши в подрайоне I, а также традиционного рыболовства КМНС. Запасы симы в значительной степени варьируют в зависимости от подрайона воспроизводства. В настоящее время основные запасы вида сосредоточены в подрайоне I, численность симы в подрайонах II и III снижается. Большинство популяций симы Приморского края находятся под мощным прессом ННН-промысла. Выделение 35 т симы к вылову в 2021 г. связано исключительно с ее неизбежным приловом при промысле горбуши и является необходимым условием получения статистической информации о её изъятии официальными пользователями. По официальным данным фактический вылов симы составил 5 т без учета вылова общинами и физическими лицами из числа КМНС.

Список литературы

Шевляков Е.А., Канзепарова А.Н., Шевляков В.А. и др. Итоги лососевой путины в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2020 г., перспективы вылова в 2021 г. // Бюл. № 15 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2020. — С. 3–16.

ИТОГИ ЛОСОСЕВОЙ ПУТИНЫ В ХАБАРОВСКОМ КРАЕ В 2021 Г.

Д.В. Коцюк, В.И. Островский, Е.В. Подорожнюк, Т.В. Козлова*

Хабаровский филиал ВНИРО (ХабаровскНИРО),

680038, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а

Аннотация. Представлены данные по прогнозируемому вылову, вылову и освоению объемов добычи тихоокеанских лососей и голецов, также проведены анализ и характеристика промысла в 2021 г., даны количественная оценка нерестовых стад в водоемах, сроки захода в нерестовые реки, динамика вылова. Рассматриваются причины динамики ожидаемых и фактических подходов. Оценена эффективность комплексных мероприятий по обеспечению естественного воспроизводства лососей. Предварительный прогноз запаса лососей и голецов в Хабаровском крае на 2021 г. следует признать в целом удовлетворительным (оправдываемость 65,6 %). В ряде случаев недоосвоение выделенных объемов было связано с ограничениями промысла в ходе путины и с особенностями миграции рыб. Выявлена положительная динамика в количестве рыб на нерестилищах и в закладке икры на лососевых рыбодонных заводах, что подтверждает необходимость продолжения ограничений, введенных в последние годы.

Ключевые слова: Хабаровский край, тихоокеанские лососи, динамика запаса, численность, вылов, меры регулирования промысла

Для цитирования: Коцюк Д.В., Островский В.И., Подорожнюк Е.В., Козлова Т.В. Итоги лососевой путины в хабаровском крае в 2021 г. // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2022. — С. 30–36. DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-30-36.

PACIFIC SALMON 2021 FISHING SEASON RESULTS IN KHABAROVSK TERRITORY

Denis V. Kotsyuk*, Vladimir I. Ostrovskiy**, Elena V. Podorozhnyuk***, Tatiana V. Kozlova****

*, **, ***, **** Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO),

13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia

* Ph.D., deputy director, dk-fish@mail.ru

** Ph.D., head of department, Ostrovskiy@tinro.khv.ru

*** head of laboratory, podorozhnyuk-tinro@yandex.ru

**** Ph.D., scientific secretary, uch_khvtinro@mail.ru

Abstract. Data on forecasted catch, catch and effective catch utilization are presented for Pacific salmon and char. Also, analysis of fishing activities and their characteristics in 2021 is carried out. Quantitative estimates of spawners abundance, migration timing in rivers and catch dynamics are provided. Factors that drive expected and observed runs are considered. Efficiency of complex measures to support natural Pacific salmon reproduction is estimated. Preliminary forecast of Pacific salmon and char stocks for Khabarovsk Territory in 2021 should be acknowledged as generally satisfactory (reliability — 65.6 %). Several quota underutilization cases were linked to seasonal fishing restrictions and fish migrations peculiarities. Positive dynamics of fish at spawning grounds and incubation volumes at salmon hatcheries is elucidated. This supports prolongation of restrictions implemented in recent years.

Keywords: Khabarovsk Territory, Pacific salmon, stock dynamics, abundance, catch, fishing regulation measures

For citation: Kotsyuk D.V., Ostrovskiy V.I., Podorozhnyuk E.V., Kozlova T.V. Pacific salmon 2021 fishing season results in Khabarovsk territory, in *Byull. N 16 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 16 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2022, pp. 30–36. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-30-36.

* Коцюк Денис Владимирович, кандидат биологических наук, руководитель филиала, dk-fish@mail.ru, ORCID 0000-0002-7123-1792; Островский Владимир Иванович, кандидат биологических наук, начальник отдела, Ostrovskiy@tinro.khv.ru, ORCID 0000-0003-2576-4413; Подорожнюк Елена Владимировна, заведующая лабораторией, podorozhnyuk-tinro@yandex.ru, ORCID 0000-0001-9545-6796; Козлова Татьяна Викторовна, кандидат биологических наук, ученый секретарь, uch_khvtinro@mail.ru, ORCID 0000-0002-9502-2143.

© Коцюк Д.В., Островский В.И., Подорожнюк Е.В., Козлова Т.В., 2022

Тихоокеанские лососи относятся к холодолюбивым видам рыб. Потепление климата постепенно приводит к смещению центров воспроизводства в более холодные северные районы, их численность и уловы там (севернее Амурского лимана) постепенно увеличиваются, в южных районах (р. Амур, Амурский лиман, Татарский пролив) — уменьшаются [Шунтов, Темных, 2018; Темных и др., 2019]. Скорость увеличения запаса и вылова «северных» лососей не компенсирует снижение уловов «южных» лососей, в итоге суммарный улов по Хабаровскому краю уменьшается. Данные закономерности были учтены при разработке биологического обоснования прогноза вылова на 2021 г.

Предварительный прогноз вылова (ПВ₀) тихоокеанских лососей в Хабаровском крае на 2021 г. самый маленький за предшествующие 12 лет — 37,047 тыс. т, из них горбуши — 5,802, кеты — 29,907, нерки — 0,443, кижуча — 0,895 и гольцов — 2,035 тыс. т. Ожидания слабого подхода лососей к южным районам воспроизводства и хорошего подхода к северным районам полностью оправдались. В ходе путины было обосновано 3 корректировки прогнозируемого вылова на увеличение объемов добычи (вылова) тихоокеанских лососей в Северо-Охотморской подзоне (СОХ): нерки на 124 т, горбуши на 2064 т и кижуча на 205 т (табл. 1).

Таблица 1

Освоение объёмов прогнозируемого вылова тихоокеанских лососей и гольцов в Хабаровском крае в 2021 г., т

Table 1

Forecast, catch and quotas utilizations for Pacific salmon in Khabarovsk Territory in 2021, t

Подзона	Вид	ПВ ₀ *	ПВ ₁ *	Вылов*	Освоено от ПВ ₁ , %
СОХ	Горбуша	5700	7764	5775,60	74,4
	Кета	16794	16794	12987,10	77,3
	Нерка	443	567	483,40	85,3
	Кижуч	895	1100	755,40	68,7
	Гольцы	2020	2020	1389,90	68,8
Амур и Амурский лиман	Горбуша**	1,8	1,8	0,01	0,4
	Кета летняя**	11,3	11,3	0,10	0,6
	Кета осенняя	13002	13002	5763,0	44,3
Приморье	Горбуша	100	100	50,30	50,3
	Кета	100	100	1,90	1,9
	Гольцы	15	15	2,40	15,8
Итого	Лососи	37047,1	39440,1	25816,80	65,5
	Гольцы	2035	2035	1392,30	68,4
	Лососи и гольцы	39082,1	41475,1	27209,10	65,6

Примечание. ПВ₀ — предварительный прогнозируемый вылов; ПВ₁ — прогнозируемый вылов с учетом корректировок.

* Без учета вылова в ЕАО и в подзоне Приморье.

** Только в режиме научно-исследовательского лова.

В целом, несмотря на то что прогноз вылова охотморских лососей превысил средний многолетний уровень последних 10 лет, подходы были многочисленными, квоты осваивались хорошо. Предварительный объем вылова составил 23,832 тыс. т, выловлено 20,002 тыс. т (освоено 83,9 % от ПВ₀), от окончательного объема (ПВ₁) освоено 76,3 %.

В последние нечетные годы в северных районах основной улов горбуши приходился на Сахалинский залив, второе место по уловам занимал Охотский район, группировки горбуши которого находились в депрессивном состоянии. Согласно прогнозу, в 2021 г. ожидалось увеличение вылова горбуши в Охотском районе при уменьшении вылова в Сахалинском заливе, что полностью подтвердилось: впервые с 2009 г. вылов горбуши в Охотском районе в нечетные годы был больше (2,537 тыс. т), чем в Сахалинском заливе (2,130 тыс. т). Хорошим ожидался подход горбуши и к рекам Аяно-Майского района. Предварительный прогноз вылова превышал исторический максимум (640 т, 1951 г.), к вылову рекомендовали 801 т. Из данного объема было выловлено 770 т (96,1 %).

Вылов кеты ожидался в объеме больше среднего многолетнего уровня последних 10 лет, который составлял около 11 тыс. т. В 2021 г. вылов действительно превысил среднемноголетний уровень и составил около 13 тыс. т, но освоено было лишь 77,3 % от объема ПВ, причем, как и при освоении горбуши, наилучшие показатели освоения характерны для Охотского (96, %) и Аяно-Майского районов (80, %), наихудшие — для Тугуро-Чумиканского района (47,6 %, выловлено 2,34 тыс. т). Неполное освоение квот в Тугуро-Чумиканском районе связано с неблагоприятными погодными условиями промысла (паводки), значительно ослабившими возможность освоения кеты и горбуши.

ПВ₀ кижуча в Охотском районе к 1 сентября был освоено более чем на 70 %, было разработано обоснование увеличения объемов вылова, но даже предварительно рекомендованный к вылову объем не был освоено по причине ограничений промысла (проходных периодов в реках), связанных с необходимостью увеличения пропуска кеты.

В южных районах, несмотря на относительно небольшие объемы ПВ, квоты освоены слабо. В подзоне Приморье (в границах Хабаровского края) в связи с оправдавшимся ожиданием слабого подхода горбуши ПВ составил 100 т. Квоты её вылова для промышленного прибрежного рыболовства составили около 66,3 т. Из 5 заявившихся на освоение квот горбуши предприятий в промысле участвовало лишь одно с объемом квот около 28 т, которые освоены полностью. Остальная часть квот предназначалась для прочих видов рыболовства, отчетность по вылову которых никогда не отличалась корректностью. Это же относится и к освоению запасов приморской кеты, вследствие малых объемов её ПВ не распределялся на промышленное рыболовство.

По причине оправдавшегося ожидания слабых подходов летних амурских лососей (горбуша и летняя кета) объем их ПВ был утверждён только для ведения научно-исследовательского рыболовства. Миграция в Амур осенней кеты обычно сопровождается тайфунами, температура воды снижается, а приливы, распространяющиеся до 280 км вверх по течению реки, облегчают миграцию рыб к нижним нерестовым притокам. По этим причинам потепление в меньшей степени влияет на динамику численности осенней кеты, чем на динамику «летних» лососей. Снижение численности подходов и вылова осенней кеты происходит медленнее, чем «летних» лососей, поэтому прогноз вылова пока остается на относительно высоком уровне по сравнению со второй половиной прошлого века и началом текущего.

Начиная с 2017 г. уловы осенней кеты и объемы ПВ осенней амурской кеты уменьшались (рис. 1), что не было неожиданным и отражалось в уменьшениях прогноза ПВ. Однако уловы уменьшались быстрее, чем прогнозы ПВ, что объяснимо введением ограничений промысла с целью улучшения заполнения нерестилищ.

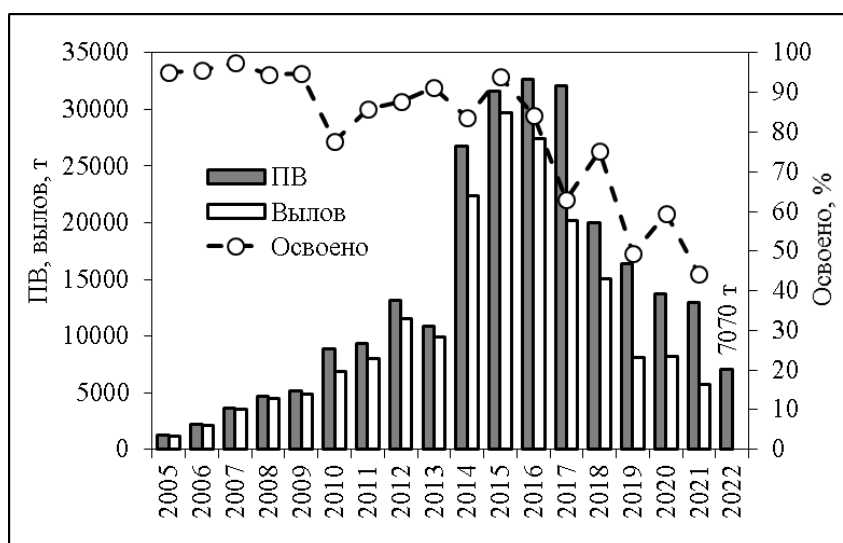


Рис. 1. Динамика прогнозируемого и фактического вылова осенней амурской кеты
Fig. 1. The dynamics of forecasted and observed catches for autumn chum salmon Amur River

По сравнению с годом рекордного вылова осенней кеты в текущем столетии (2015 г.), когда при прогнозе 31,6 тыс. т было выловлено 29,7 тыс. т, объем ПВ на 2021 г. уменьшен почти в 2,4 раза, но освоено лишь 44,3 %. Для того чтобы понять, насколько данный объем мог быть освоен в условиях ограничений прежних лет, когда промысел запрещался лишь на период ночного времени, использовали 2 метода. Первый основан на анализе динамики вылова. По состоянию на 10 сентября 2021 г., когда уже были приняты первые ограничения промысла, выловлено 4,3 тыс. т осенней кеты. В среднемноголетнем плане, при таком вылове на эту дату вылов за сезон должен был составить порядка 12,7 тыс. т (рис. 2).

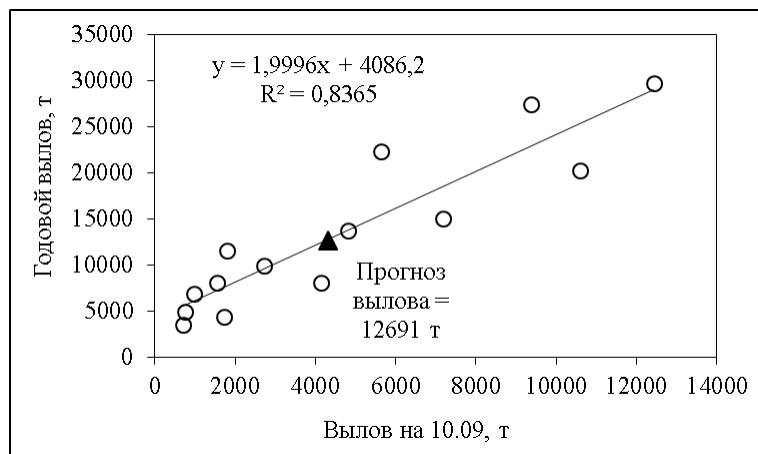


Рис. 2. Прогноз годового вылова осенней кеты в р. Амур и Амурском лимане по вылову на эту дату в прежние годы

Fig. 2. Forecast of autumn chum salmon catches in the Amur River and Amur River estuary based on catch statistics for certain date during previous years

Второй способ основан на зависимости объемов материкового вылова осенней амурской кеты от вылова в районе северо-западного Сахалина, где её промысел фактически ведется без ограничений и поэтому лучше отражает состояние запаса. При вылове осенней кеты за путину в 2021 г. сахалинскими рыбаками около 2,0 тыс. т улов хабаровских рыбаков в прежних условиях ограничений промысла в среднем должен был составить 12,4 тыс. т (рис. 3). Как видим, обе оценки возможного вылова в 2021 г. мало отличаются от ПВ, близкого к 13,0 тыс. т.

Принимаемая ранее стратегия управления промыслом не препятствовала росту запаса и достижению рекордных уловов, однако в последние годы усилилось влияние теневого промысла, поэтому до нерестилищ лосося доходят в меньшем количестве, чем раньше.

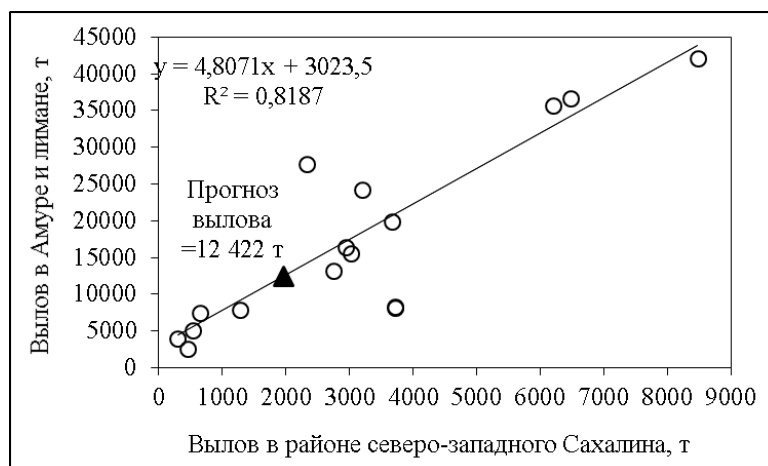


Рис. 3. Прогноз годового вылова осенней кеты в р. Амур и Амурском лимане по вылову за путину в районе северо-западного Сахалина

Fig. 3. Forecast of autumn chum salmon catches in the Amur River and Amur River estuary based on fishing season catch statistics for northwestern Sakhalin

Путина осенней кеты в 2021 г. имела ряд особенностей. Во-первых, поколение осенней кеты 2021 г. на 65–70 % формировалось от рыб, нерестившихся в 2017 г. Отметим, что тогда в нижнем притоке р. Амур (р. Амгунь) объем закладки икры на лососевые рыболовные заводы, а также плотность производителей на нерестилищах и нерестовых буграх была в пределах удовлетворительных показателей (рис. 4), а в верхних притоках Амура (реки Гур, Анюй, Уссури, Тунгуска и др.) эти показатели были минимальными. Соответственно, основу возвратов верхних притоков Амура в 2021 г. обеспечивало крайне малочисленное поколение 2017 г., малочисленность которого, в свою очередь, явилась следствием низкой эффективности естественного нереста в условиях наводнения 2013 г.

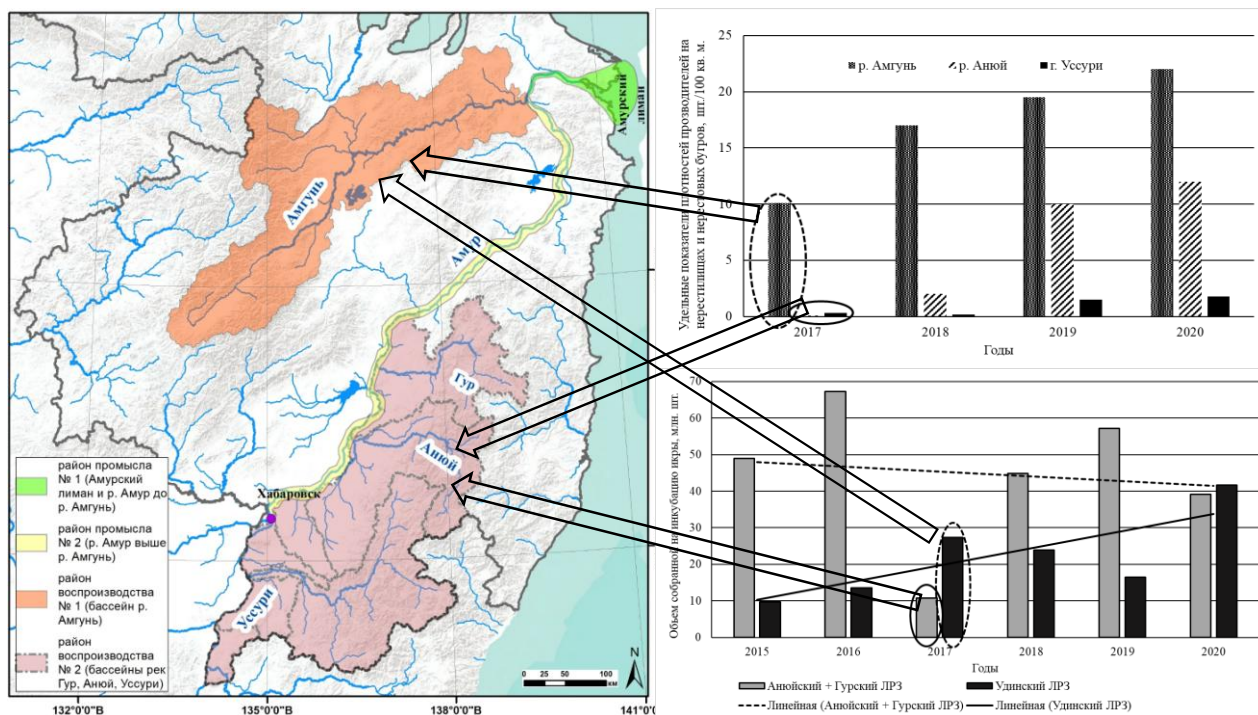


Рис. 4. Динамика закладки икры на лососевых рыболовных заводах и заполнения нерестилищ по районам воспроизводства осенней амурской кеты в 2015–2020 гг.

Fig. 4. Dynamics of incubation volumes at salmon hatcheries and densities at spawning grounds in the areas of autumn chum salmon Amur River reproduction during 2015–2020

Соответственно прогнозным ожиданиям подходов кеты в 2021 г. предлагались самые жёсткие меры регулирования промысла амурских лососей (в первую очередь в верхнем течении) вплоть до ограничений районов добычи осенней кеты в верхнем течении Амура. Однако эффективность данных мер оказалась ниже ожидаемой по следующим причинам.

Согласно предложению Правительства Хабаровского края в 2021 г. меры регулирования, планируемые Росрыболовством, были введены неполностью, в частности запрет сетей был введен не для всей р. Амур, а только на участке ниже г. Николаевск-на-Амуре. Также Правительство Хабаровского края ходатайствовало о снятии ограничений по районам промысла.

Вторая причина связана с погодно-климатическими факторами. Высокая температура воды в р. Амур и Амурском лимане в августе и начале сентября (+23...+ 24 °C) провоцировала физиологическое истощение производителей осенней кеты по причине развития микробных и грибковых заболеваний. Наблюдателями ХабаровскНИРО чаще обычного регистрировались случаи донерестовой гибели.

Третья причина связана с широкомасштабным браконьерством. Согласно данным государственного мониторинга динамики нерестовой миграции осенней кеты, проведенного сотрудниками ХабаровскНИРО, в Ульчском районе (п. Тахта) улов за сплав составил 88 особей осенней кеты. Выше по течению р. Амур примерно половина нерестовой части популяции осенней кеты заходит на нерест в р. Амгунь, средний улов за сплав в районе п. Тыр уменьшился до 43 экз. Выше по течению, в Ком-

сомольском районе, уловы за сплав единичны, тем не менее в Хабаровском районе (п. Осиновая Речка) средний улов за сплав составлял 11 особей осенней кеты.

Резкое падение уловов на участке от Ульчского до Комсомольского района можно связать с таким фактором, как незаконный вылов, масштабы которого, по-видимому, сопоставимы с промышленным ловом. Этому способствует, в отличие от прошлых лет, неконтролируемая скупка рыбы у населения и возможность её беспрепятственного вывоза к местам сбыта. Необходим более жесткий контроль на путях «миграции рыбы» по дорогам. Еще одна причина сокращения уловов на данном участке — это миграция осенней кеты в более глубоких (придонных) слоях русла по причине высоких температур воды в поверхностных слоях, а при высоком уровне воды в период путины данный фактор привел к тому, что рыбаки попросту не могли ее добыть плавными сетями, оснащенными в верховом варианте (оснащение плавных сетей в донном варианте находится под запретом).

Все это не способствовало прохождению осенней кеты верхних притоков Амура к нерестилищам и обусловило низкое их заполнение.

Начиная с 2017 г. специалистами рыбохозяйственных организаций инициированы и внедрены следующие ограничительные меры:

1) внесение изменений в более чем 20 пунктов приказа Минсельхоза России от 23 мая 2019 г. № 267 «Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» в части, касающейся запрета орудий лова, их конструктивных особенностей, а также постановки на лов;

2) разработка ежегодных Стратегий промысла, включающих в себя сроки начала и запрета рыболовства, введение проходных дней, иные актуальные ограничения, учитывающие оперативный анализ промысла предыдущего периода;

3) введения ограничений на использование в промысле отдельных орудий лова и конструкцию орудий лова статьей 26 Федерального закона от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов».

Результатом этих мер стала положительная динамика количества производителей осенней кеты на нерестилищах и объема закладки икры на лососевые рыбодные заводы в 2021 г. в сравнении с 2017 г. (табл. 2)

Таблица 2

Динамика пропуска производителей осенней кеты на нерестилища, плотности нерестовых бугров и объема закладки икры на лососевые рыбодные заводы в 2017–2021 гг.

Table 2

Dynamics of autumn chum salmon escapements to spawning grounds, redds densities and incubation volumes at salmon hatcheries during 2017–2021

Год	Пропуск на нерестилища, млн рыб	Плотность рыб (нерестовых бугров), шт./100 м ²			Закладка икры на ЛРЗ, млн икринок	Выполнение плана по закладке, %
		Р. Амгунь	Р. Анной	Р. Уссури		
2017	< 2,500	10,1	0,1	0,30	38,0	42,5
2018	3,900	17,0	2,0	0,15	68,8	77,0
2019	4,551	19,5	10,0	1,50	73,6	97,2
2020	4,830	22,0	12,0	1,80	80,7	129,0
2021	2,320	20,8	0,6	1,0	37,7	73,0

По данным государственного мониторинга в текущем году на нерестилищах уровень численности производителей сопоставим с 2017 г., генерировавшим основу подхода текущего года.

На основе имеющегося опыта предлагаем разработку следующих ограничений рыболовства:

1) в Стратегию промысла тихоокеанских лососей на 2022 г. —

- а) ограничить районы промышленного рыболовства в р. Амур и Амурском лимане;
- б) увеличить количество периодов пропуска производителей (проходных дней);
- в) определить места постановки ставных неводов и «заездков»;

2) в соответствии со статьей 26 Федерального закона от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» вводить следующие ограничения —

- а) габаритов ставных неводов и «заездков»;
- б) использования плавных сетей.

Список литературы

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

Шунтов В.П., Темных О.С. Дальневосточная лососевая путина — 2018: абсолютный исторический рекорд, обеспеченный камчатской горбушей // Бюл. № 13 изучения лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2018. — С. 106–113.

ЖЕЛЕТЕЛЫЕ В ПИЩЕ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ

А.Ф. Волков*

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

Аннотация. Гребневики, гидроидные медузы, аппендикулярии, сальпы и крылоногий моллюск *Clione limacina*, условно объединяемые в группу желетелых, встречаются в пище всех тихоокеанских лососей — кеты, горбуши, нерки, кижуча и чавычи, но только у кеты их доля наиболее значительна, что показывают как абсолютные критерии (частные индексы наполнения (ЧИН) желудков отдельных видов и групп желетелых), так и относительные (доля желетелых в общем индексе наполнения желудков (ИНЖ)). В пище кеты желетелые присутствовали в 45,0 % проб, горбуши — 11,0, нерки — 7,0, кижуча — 3,3, чавычи — 1,1 %. К питанию желетелыми кета хорошо адаптирована, так как обладает желудком в разы большего размера, чем у прочих лососей, и в питании желетелыми занимает среди них первое место. Таким образом, при возникновении дефицита основной пищи (ракообразные, рыбы, кальмары) кета благодаря способности потреблять и усваивать низкокалорийную пищу в больших объемах получает дополнительную выгоду в конкурентных отношениях с лососями и другими пелагическими рыбами.

Ключевые слова: лососи, кета, желетелые, индекс наполнения, желудки, пища, пробы по питанию, Охотское и Берингово моря

Для цитирования: Волков А.Ф. Желетелые в пище тихоокеанских лососей // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2022. — С. 37–45. DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-37-45.

Jellyfish in Pacific salmon food

Anatoly F. Volkov

Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia
D.Biol., leading researcher, volkov413@yandex.ru

Abstract. Stenophores, hydroid jellyfish, appendicularians, salpas, and the pteropoda mollusk *Clione limacina*, conditionally combined into the group of “jellyfish”, are found in the food of all Pacific salmon — chum salmon, pink salmon, sockeye salmon, coho salmon and chinook salmon, but only in chum salmon their share is most significant, which is shown both absolute criteria (CHIN-private index of gastric filling of certain species and groups of jelly beans) and relative (share of jelly in the total INJ-general index of stomach filling). In food, chum salmon were present in 45.0 % of samples, pink salmon — 11.0 %, sockeye salmon — 7.0 %, coho salmon — 3.3 %, chinook salmon — 1.1 %. Chum salmon is well adapted to nutrition with jelly, because. has a stomach many times larger than that of other salmon, and in the diet of gelatinous it takes first place among them. Thus, in the event of a shortage of the main food (crustaceans, fish, squid), the chum salmon, due to the ability to consume and assimilate low-calorie food in large volumes, receives additional benefits in competitive relations with salmon and other pelagic fish.

Keywords: salmon, chum salmon, jellyfish, filling index, stomachs, food, nutritional samples, the Sea of Okhotsk and the Bering Sea

For citation: Volkov A.F. Jellyfish in Pacific salmon foods, in *Byull. N 16 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 16 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2022, pp. 37–45. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-37-45.

В настоящей статье рассматривается роль планктонных животных, объединяемых в группу желетелых (гидромедузы, гребневики, аппендикулярии и сальпы, а также массовый вид крылоногих моллюсков *Clione limacina*) в питании лососей. В качестве кормовых объектов все желетелые считаются низкокалорийными, поскольку значительную часть их тела составляет вода. Тем не менее в пище многих видов нектона, в том числе тихоокеанских лососей, в ряде случаев они составляют значительную долю. Приводимые ниже данные взяты из базы данных лаборатории ТИНРО «Мониторинг

* Волков Анатолий Федорович, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, volkov413@yandex.ru, ORCID 0000-0003-0057-8382.

© Волков А.Ф., 2022

кормовой базы и питания рыб» «Трофология» (в формате Excell) за 1990–2021 гг. Всего в настоящей работе учтены данные 20942 пробы по питанию 5 видов тихоокеанских лососей в дальневосточных морях и Северной Пацифике (табл. 1).

Таблица 1

Количество проб по питанию тихоокеанских лососей и проб с желетельными

Table 1

Number of feeding trials for Pacific salmon and jellyfish trials

Состав	Кета		Горбуша		Нерка		Кижуч		Чавыча		Лососи
	Экз.	%	Экз.	%	Экз.	%	Экз.	%	Экз.	%	
<i>Beroe cucumis</i>	292	97	3	1	5	2	0	0	0	0	300
Stenophora (фрагменты)	755	93	17	2	39	5	1	0,1	1	0,1	813
<i>Aglantha digitale</i>	149	62	44	18	34	14	7	2,9	8	3,3	242
<i>Dymophies</i> sp.	8	100	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Hydromedusae (фрагменты)	18	90	1	5	0	0	1	5,0	0	0	20
Coelenterata (фрагменты)	338	67	69	14	84	17	9	1,8	3	0,6	503
<i>Clione limacina</i>	1427	78	342	19	45	2	16	0,9	7	0,4	1837
<i>Oikopleura</i> sp.	954	83	123	11	73	6	4	0,3	1	0,1	1155
Salpidae (фрагменты)	22	81	5	19	0	0	0	0	0	0	27
Кол-во проб с желетельными	3963	81	604	12	280	6	38	0,8	20	0,4	4905
Кол-во проб по питанию	8730	42	5191	25	4058	19	1144	5,5	1819	8,7	20942
Доля проб с желетельными, %	45,4		11,6		6,9		3,3		1,1		23,4

Все пробы по питанию обработаны по единой методике [Волков, 2008] без фиксации формалином сразу же после извлечения желудков из лососей, но при учете желетельных в пище кеты возникают значительные сложности. Из желетельных только аппендикулярии и клиона какое-то время после пребывания в желудке еще могут быть идентифицированы, а все прочие, т.е. гребневики, медузы и сальпы, будучи повреждены еще при захвате быстро распадаются на более мелкие фрагменты и чаще всего присутствуют в желудках в виде жидкости, поэтому реально определить степень их недоучета не представляется возможным. Об этом не следует забывать.

Общий индекс наполнения желудка (ИНЖ, ‰) рассчитан в продецимилле: масса пищи (г)/массу рыбы (г) × 10000, частный индекс наполнения желудка ЧИН, ‰ — то же, что ИНЖ, ‰, но по отношению к отдельным видам или группам видов.

По количеству проб с желетельными, их доле в общем количестве проб и значимости в питании отдельными видами кета абсолютно доминирует среди прочих лососей (табл. 1, рис. 1). Общее количество проб с желетельными по видам приведено в графе «Лососи».

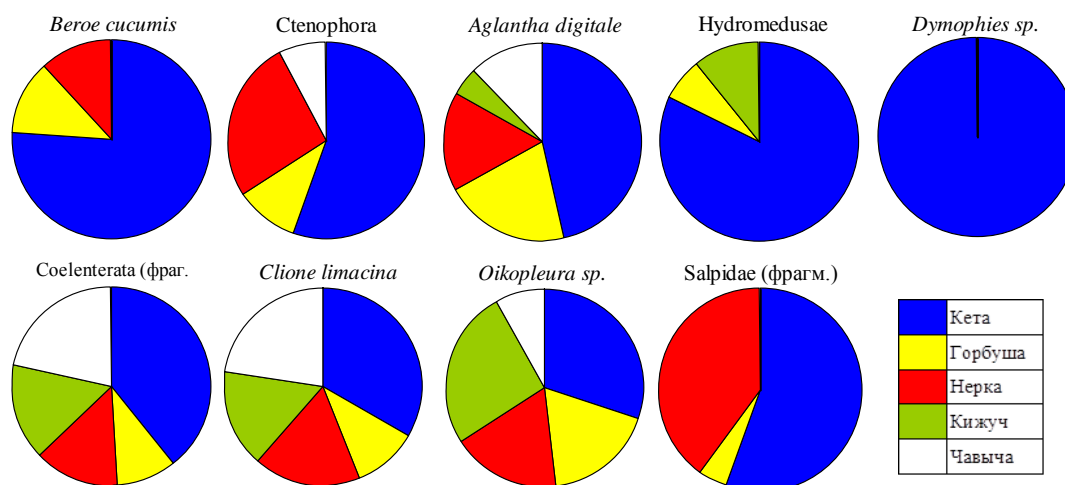


Рис. 1. Питание лососей разными видами желетельных, %
Fig. 1. Salmon nutrition with different types of jellyfish, %

Табл. 2 содержит количественные показатели по частным и общим индексам наполнения желудков и их соотношению, что наглядно показывает разницу в питании лососей отдельными представителями желетелых. В питании кеты среди желетелых на первое место с большим отрывом следует поставить *Oikopleura* sp., хотя в таблице эта аппендикулярия только вторая (табл. 2). Дело в том, что в желудках учитываются только сами животные, а их домики бесследно разрушаются, превращаясь в жидкую фракцию. Домик представляет собой сложную конструкцию [Наумов, Карташев, 1979], имеет обширное внутреннее пространство, в котором животное вмещается целиком, поддерживая ток воды и отфильтровывая пищу через тонкие фильтры. Внешне домик выглядит как прозрачное пузыревидное тело, сложен из тонкого хитина, не облегает плотно тело животного, длину тела хозяина превышает в 3–10 раз, а объем намного больше — до 100 и более раз. Когда фильтрующая сетка забивается более крупными объектами (планктон, детрит), аппендикулярия покидает его и начинает строить новое убежище — и так до 6 в течение суток. Брошенные домики могут еще довольно долго существовать, при этом заселяются различными мелкими организмами, поэтому также представляют собой привлекательный и достаточно крупный для многих представителей нектона объект [Alldredge, 1972, 1976; Наумов, Карташев, 1979]. Далее идут *Aglantha digitale*, *Beroe cucumis*, *Clione limacina*, *Salpidae* и др. Высокие доли некоторых желетелых в общем индексе у кижуча и чавычи, скорее всего, случайны из-за небольшого количества проб (см. табл. 1).

Таблица 2

Общие и частные индексы наполнения желудков тихоокеанских лососей

Table 2

General and private indexes of stomach filling in Pacific salmon

Желетелые	Индексы, ‰	Кета	Горбуша	Нерка	Кижуч	Чавыча
<i>Beroe cucumis</i>	ЧИН	32	5	5	0	0
	ИНЖ	95	85	50	0	0
	ЧИН/ИНЖ, ‰	34	6	10	0	0
Ctenophora (фрагменты)	ЧИН	21	4	10	0	3
	ИНЖ	81	50	30	0	20
	ЧИН/ИНЖ, ‰	26	8	33	0	15
<i>Aglantha digitale</i>	ЧИН	38	17	13	4	10
	ИНЖ	125	127	104	72	93
	ЧИН/ИНЖ, ‰	30	13	13	6	11
Hydromedusae (фрагменты)	ЧИН	23	2	0	3	0
	ИНЖ	90	37	0	51	0
	ЧИН/ИНЖ, ‰	26	5	0	6	0
<i>Dymophies</i> sp.	ЧИН	18	0	0	0	0
	ИНЖ	91	0	0	0	0
	ЧИН/ИНЖ, ‰	20	0	0	0	0
Coelenterata (фрагменты)	ЧИН	20	5	7	8	11
	ИНЖ	74	69	43	43	20
	ЧИН/ИНЖ, ‰	27	7	16	19	55
<i>Clione limacina</i>	ЧИН	25	8	13	12	17
	ИНЖ	93	92	42	117	47
	ЧИН/ИНЖ, ‰	27	9	31	10	36
<i>Oikopleura</i> sp.	ЧИН	37	22	22	32	10
	ИНЖ	89	91	76	65	103
	ЧИН/ИНЖ, ‰	42	24	29	49	10
Salpidae (фрагменты)	ЧИН	25	2	18	0	0
	ИНЖ	68	24	58	0	0
	ЧИН/ИНЖ, ‰	37	8	31	0	0

Для эффективного питания довольно крупной, но малокалорийной пищей ее необходимо потреблять в гораздо большем количестве, чем, например, ракообразных, рыб или кальмаров. К этому кета хорошо адаптирована, так как обладает намного большим желудком, чем другие лососи, способным сильно растягиваться, причем его стенки обильно снабжены кровеносными сосудами, способствующими интенсивному перевариванию больших объемов водянистой пищи. Поэтому в потреблении всех вышеназванных видов желетелых кета среди прочих лососей занимает доминирующее положение (рис. 1).

В питании кеты разных размерных классов по всей акватории и по отдельным морям (в данном случае Охотскому и Берингову) просматриваются определенные закономерности, хотя и с отдельными отступлениями от них: с увеличением размеров возрастает доля всех желетелых, кроме аппендикулярий, доля которых с увеличением размеров уменьшается что, очевидно, связано с размерами жертв (табл. 3 и 4).

Таблица 3

Желетелые в пище размерных классов кеты, ЧИН, ‰ средние по всей акватории

Table 3

Jellyfish in food size classes chum salmon, Index, ‰ average throughout the water area

Размерный ряд, см	Масса рыбы, г	Длина рыбы, см	ИНЖ, ‰	<i>Beroe cucumis</i>	<i>Stenophora</i> (фрагменты)	<i>Aglantha digitale</i>	<i>Hydromedusae</i> (фрагменты)	<i>Dymophies</i> sp.	<i>Coelenterata</i> (фрагменты)	<i>Clione limacina</i>	<i>Oikopleura</i> sp.	<i>Salpidae</i> (фрагменты)	Желетелые	Кол-во проб
10–15	27	14	126	0	3,0	1,9	0	0	0	3,4	37,0	0	45	17
15–20	70	18	155	0	1,9	0,3	0,7	0,3	2,1	9,0	40,1	0	55	112
20–30	135	23	104	1,5	3,4	0	0,5	0,1	3,0	5,6	32,5	0,1	47	213
30–40	629	37	71	1,0	2,0	0	0,1	0,1	2,0	7,5	17,3	0	30	266
40–50	1232	46	86	3,2	3,6	1,8	0,1	0,1	3,2	10,9	10,0	0,1	33	677
50–60	2156	55	84	4,5	5,6	2,7	0,2	0	1,9	15,8	9,6	0,1	40	911
60–80	3635	65	73	3,3	9,1	2,5	0	0	2,1	13,2	4,4	0,5	35	713

Таким образом, кета эволюционировала в таком направлении, что из всех прочих видов тихоокеанских лососей получила наиболее широкую кормовую базу, включая низкокалорийную группу желетелых, соответственно «приспособив» для этого свою пищеварительную систему. Когда и каким образом это могло произойти? Определенно сказать невозможно, но можно немного пофантазировать. Согласно Л.А. Животовскому [2015] и М.К. Глубоковскому [1995] кета приобрела видовую самодостаточность из всех тихоокеанских лососей наиболее поздно: первой отделилась сима, затем — кижуч и чавыча, еще позже — нерка и горбуша и лишь позднее всех — кета. Но ни один из этих видов не приобрел таких предпочтений по отношению к желетелым, как кета. Поэтому можно предположить, что формирование кеты оказалось связано с такими районами моря, где обычной пищи было недостаточно, зато желетелые оказались в избытке. Гидроидные медузы, гребневики, сальпы и аппендикулярии питаются мелким планктоном, который оказался доступным лососям не напрямую, а только через посредников. Необходимо отметить, что, несмотря на заметную долю низкокалорийных желетелых в пище кеты, ее жирность в период нагула заметно выше, чем горбуши, но не ниже, а в ряде случаев даже выше, чем у нерки и кижуча.

Горизонтальное распределение частных индексов наполнения показывает, что в Охотском море кета наиболее интенсивно потребляла желетелых в водах Камчатки и Южной котловине (рис. 2). В Бе-

ринговом море гребневики, кишечнополостные и *Clione limacina* в пище кеты занимают заметное место в западной части к югу от мыса Наварин, а в восточной — встречались реже и преимущественно в водах южнее о. Нунивак. Аппендикулярии же в западной части встречались в пище кеты также и в зал. Анадырском, а в восточной — на траверзе и севернее о. Нунивак, южная же часть моря на карте осталась «пустой» (рис. 3). Понятно, что распределение трофологических проб кеты и количества желетелых в ее пище за 30-летний период отражает некую среднемноголетнюю вероятность, в какой-то год желетелых будет больше, в какой-то меньше и это будет зависеть от количества другой и более калорийной пищи (ракообразных, рыб, кальмаров). Однако, весьма возможно, что в результате дальнейших исследований наличие или отсутствие желетелых в пище кеты может оказаться индикатором состояния ее кормовой базы. Изучение этого вопроса потребует более тщательного подхода и не факт, что будет найден удовлетворительный ответ.

Таблица 4

Желетелые в пище размерных классов кеты, ЧИН, ‰ средние по дальневосточным морям

Table 4

Jellyfish in food size classes chum salmon, Index, ‰ average Farneast-seas

Размерный ряд, см	Масса рыбы, г	Длина рыбы, см	ИНЖ ‰	<i>Vegeto siscumis</i>	Степорофа (фрагменты)	<i>Aglantha digitale</i>	Hydromedusae (фрагменты)	<i>Dumophies</i> sp.	Соелентерата (фрагменты)	<i>Clione limacina</i>	<i>Oikopleura</i> sp.	Salpidae (фрагменты)	Желетелые	Кол-во проб
Берингово море														
10–15	28	14	85	0	0	2,7	0	0	0	0	52,4	0	55	12
15–20	69	18	140	0	3,2	0,5	1,1	0	0,8	4,7	43,9	0	54	68
20–30	110	22	134	0,2	2,0	0	2,1	0	1,9	11,2	43,1	0	61	49
30–40	628	37	71	0,6	1,9	0	0,1	0	1,4	7,2	18,9	0	30	198
40–50	1191	46	96	0,6	2,6	1,4	0,1	0	1,5	11,0	11,2	0	28	348
50–60	2157	55	84	2,4	5,3	5,3	0,4	0	1,7	15,8	10,3	0	41	440
60–80	3642	65	83	5,4	11,6	5,0	0	0	1,9	12,2	7,3	0	43	329
Охотское море														
10–15	24	13	225	0	10,1	0	0	0	0	11,7	0	0	22	5
15–20	70	19	183	0	0	0	0	1,0	3,9	17,8	32,1	0	55	39
20–30	140	23	98	0	3,6	0	0	0	1,3	5,1	35,7	0,1	46	127
30–40	729	37	83	0	3,6	0,2	0	0	10,6	12,8	3,0	0	30	15
40–50	1374	47	61	0	4,5	0,1	0	0	6,7	7,6	4,3	0	23	59
50–60	2306	56	80	0,2	6,5	0	0	0	3,7	15,4	8,4	0,3	34	156
60–80	3749	65	59	0,2	7,7	0,2	0	0	2,7	13,7	1,2	0,4	26	188
СТО														
15–20	81	20	60	0	0	0	0	0	15,5	0	0	0	16	2
20–30	150	24	86	8,6	4,6	0	0	0,4	10,5	0,2	7,2	0	32	37
30–40	603	36	68	3,0	1,7	0	0	0,7	1,8	6,8	15,6	0	30	53
40–50	1255	47	78	7,3	4,6	2,7	0	0,1	4,6	11,6	9,6	0,2	41	270
50–60	2079	55	86	9,4	5,6	0,6	0	0,1	1,4	16,2	9,2	0,2	43	314
60–80	3516	65	69	2,8	6,2	0,7	0	0	1,9	14,3	2,7	1,4	30	196
Чукотское море														
15–20	84	20	176	0	0	0	0	0	0	0	85,1	0	85	3
60–80	2560	60	2	0	1,2	0	0	0	0	0	0	0	1	1

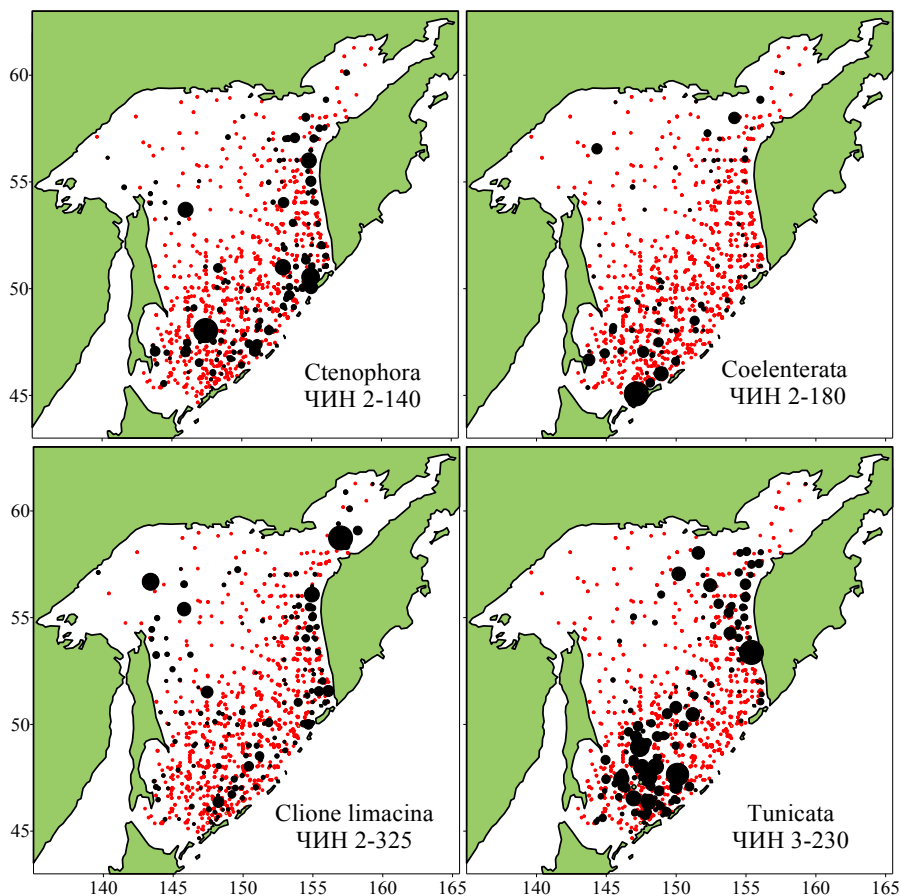


Рис. 2. Желетельные в пище кеты Охотского моря, 1990–2021 гг.: *черные кружки* — наличие вида желетельных в пище (цифры — диапазон ЧИН, ‰); *красные* — отсутствие
 Fig. 2. Jellyfish in the food of the chum salmon of the Sea of Okhotsk 1990–2021: *black circles* — the presence of a type of jelly in food (numbers — the range of CHIN, ‰); *red* — the absence

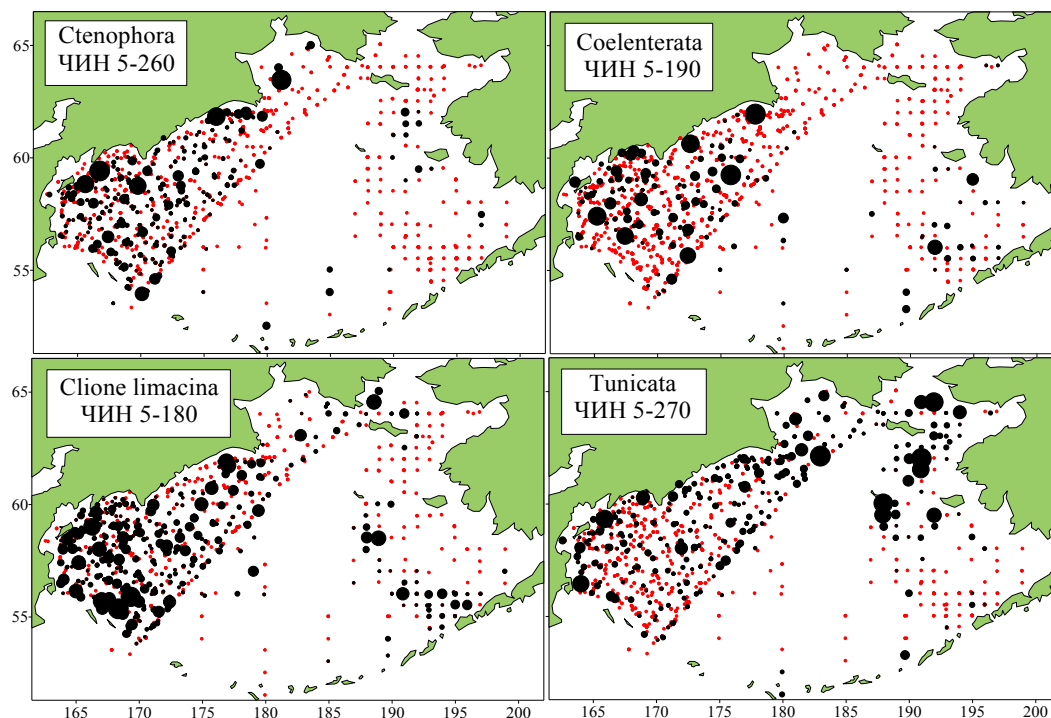


Рис. 3. Желетельные в пище кеты Берингова моря, 1990–2019 гг.: *черные кружки* — наличие вида желетельных в пище (цифры — диапазон ЧИН, ‰); *красные* — отсутствие
 Fig. 3. Jellyfish in the food of the Bering Sea chum salmon 1990–2019: *black circles* — the presence of a type of jelly in food (numbers — the range of CHIN, ‰); *red* — the absence

В табл. 5 приведены ЧИН и их доля в ИНЖ для первых 25 проб с максимальными индексами, которые показывают, что количество может составлять значительную часть пищи кеты, нередко равнялась 70–100 %.

Таблица 5

Максимальные значения желетелых в первых 25 пробах по питанию кеты, ранжированных по убыванию
Table 5
Maximum values of jellyfish in the first 25 feeding samples chum salmon ranked in descending order

Ctenophora		Coelenterata		<i>Clione limacina</i>		<i>Oikopleura</i> sp.		Salpidae	
ЧИН	% от ИНЖ	ЧИН	% от ИНЖ	ЧИН	% от ИНЖ	ЧИН	% от ИНЖ	ЧИН	% от ИНЖ
250	51	325	100	324	100	254	100	117	80
226	100	312	100	153	100	239	100	52	35
212	80	187	70	148	100	235	89	48	68
200	65	186	100	141	100	233	48	44	50
195	99	179	95	124	100	228	57	40	58
181	95	168	55	213	99	225	100	39	33
174	95	167	70	205	99	220	100	31	30
172	100	154	99	169	98	218	90	27	15
166	75	147	97	164	98	214	50	23	45
156	100	144	60	131	98	213	50	20	18
154	94	136	70	125	95	211	75	20	50
153	73	131	116	139	95	206	81	14	80
152	95	116	55	202	92	188	46	12	49
142	60	104	70	104	90	173	100	11	70
142	95	104	45	140	90	171	65	8	10
138	80	101	56	124	81	170	89	6	20
137	100	99	93	185	80	169	50	6	30
136	60	98	40	187	72	167	100	6	10
132	79	95	100	175	70	166	100	6	10
126	100	93	37	130	68	165	96	5	30
125	50	92	60	152	62	157	90	4	30
124	91	90	90	140	50	156	99	3	10
124	60	89	84	185	50	154	80	0	0
124	72	87	75	127	50	150	78	0	0
124	72	87	93	139	35	142	80	0	0

Ниже в качестве примеров приведены максимальные значения ЧИН по отдельным видам и группам желетелых в пище кеты (табл. 5) и количество проб с желетелыми в пище кеты, ранжированных по их содержанию в общем ИНЖ (табл. 6). В первом случае это абсолютные показатели, во втором — относительные.

Выводы

Зоопланктон, условно объединяемый в группу желетелых, к которым относятся гребневика, гидроидные медузы, аппендикулярии, сальпы и условно крылоногий моллюск *Clione limacina*, встречаются в пище всех тихоокеанских лососей — кеты, горбуши, нерки, кижуча и чавычи, но только у кеты их доля наиболее значительна, что показывают абсолютные (ЧИН отдельных видов и групп желетелых) и относительные критерии (доля желетелых в общем ИНЖ). В пище кеты желетелые присутствовали в 45,0 % проб, горбуши — 11,0, нерки — 7,0, кижуча — 3,3, чавычи — 1,1 %. К питанию желетелыми кета хорошо адаптирована, так как обладает желудком в разы большего размера, чем у прочих лососей, поэтому и в питании желетелыми занимает среди них первое место. Таким образом, при возникновении дефицита основной пищи (ракообразные, рыбы, кальмары) кета благо-

даря способности потреблять и усваивать низкокалорийную пищу в больших объемах, получает дополнительную выгоду в конкурентных отношениях с лососями и другими пелагическими рыбами.

Таблица 6

Количество проб, в которых отдельные виды желетелых составляют в общем ИНЖ долю, указанную в первой графе

Table 6

The number of samples in which certain types of jellyfishes make up the share in the total INF, indicated in the first column

Доля от ИНЖ, %	<i>Beroe cucumis</i>	Stenophora (фрагменты)	<i>Aglantha digitale</i>	Coelenterata (фрагменты)	<i>Clione limacina</i>	<i>Oikopleura</i> sp.	Salpidae (фрагменты)	Все желетелые
90–100	19	52	12	35	109	123	0	350
70–90	31	34	6	30	93	143	3	340
50–70	34	53	14	37	131	169	4	442
30–50	50	111	34	56	235	208	8	702
10–30	97	291	54	109	472	224	7	1254
1–10	61	212	32	85	375	84	0	849
Всего	292	753	152	352	1415	951	22	3937

С увеличением размеров количество аппендикулярий в пище кеты уменьшается, у всех прочих — гребневиков, кишечнополостных и крылоногих — возрастает.

Горизонтальное распределение частных индексов наполнения показало, что в Охотском море кета наиболее интенсивно потребляет желетелых в водах Камчатки и Южной котловине, а в Беринговом море гребневики, кишечнополостные и *Clione limacina* в пище кеты занимают заметное место в только западной части к югу от мыса Наварин, в восточной встречаются реже и преимущественно в водах южнее о. Нунивак. Аппендикулярии же в западной части встречаются в пище кеты также и в зал. Анадырском, а в восточной — преимущественно на траверзе и севернее о. Нунивак.

Из-за повреждений при захвате рыбой и быстрого переваривания количество желетелых в пище лососей недоучитывается.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Всем участникам экспедиций, в которых были собраны и обработаны материалы, объединенные в базы данных ТИНРО.

To all participants of the expeditions in which materials were collected and processed, combined in the TINRO databases.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study had no any sponsor funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены.

All applicable international, national and/or institutional guidelines for the use of animals have been followed.

Список литературы

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

Глубоковский М.К. Эволюционная биология лососевых рыб : моногр. — М. : Наука, 1995. — 341 с.

Животовский Л.А. Эволюционная история тихоокеанских лососей и форелей // Тр. ВНИРО. — 2015. — Т. 157. — С. 4–23.

Наумов Н.П., Карташев Н.Н. Низшие хордовые, бесчелюстные, рыбы, земноводные : учеб. для биол. спец. ун-тов. — М. : Высш. шк., 1979. — Ч. 1. — 333 с.

Allredge A.L. Abandoned larvacean houses: A unique food source in the pelagic environment // Science. — 1972. — Vol. 177, Iss. 4052. — P. 885–887. DOI: 10.1126/science.177.4052.885.

Allredge A.L. Discarded appendicularian houses as sources of food, surface habitats, and particulate organic matter in planktonic environments // Limnol. Oceanogr. — 1976. — Vol. 21, Iss. 1. — P. 14–24.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ЗИМНЕМ НАГУЛЕ И МИГРАЦИЯХ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В ОХОТСКОМ МОРЕ И ТИХООКЕАНСКИХ ВОДАХ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ

А.Н. Старовойтов, Д.Н. Чульчечков, А.С. Хлебородов*

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

Аннотация. В результате траловой съемки выполненной в тихоокеанских и охотоморских водах Курильских островов в пределах ИЭЗ РФ определены численность и биомасса всех представителей нектона и макропланктона. Выявлены особенности пространственного распределения массовых представителей пелагического нектона и медуз. Получены новые данные о пространственном распределении плотности, биологическом состоянии, численности и биомассе тихоокеанских лососей в зимний период 2021 г. в прикурильских водах.

Ключевые слова: Охотское море, СЗТО, горбуша, кета, нерка, чавыча, тихоокеанские лососи, миграции, численность, биомасса, распределение, температура, динамика вод

Для цитирования: Старовойтов А.Н., Чульчечков Д.Н., Хлебородов А.С. Новые данные о зимнем нагуле и миграциях тихоокеанских лососей в Охотском море и тихоокеанских водах Курильских островов // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2022. — С. 46–50. DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-46-50.

New data on winter feeding and migrations of pacific salmon in the Sea of Okhotsk and in the Pacific waters of Kuril Islands

Alexander N. Starovoitov*, Denis N. Chulchekov**, Anton S. Hleborodov***

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

* Ph.D., chief specialist, sansea@inbox.ru

** leading specialist, denis.chulchekov@tinro-center.ru

*** leading specialist, anton.hleborodov@tinro-center.ru

Abstract. The results of trawl surveys in the Sea of Okhotsk and in the Pacific waters of Kuril Islands at the R/V «Professor Kaganovskii» in the winter 2021 are analyzed. These studies provide data on spatial distribution, abundance and biomass of fishes, cephalopods and jellyfishes in the epipelagic layer of the Sea of Okhotsk and in the Pacific waters of Kuril Islands. The analysis of the contemporary status of epipelagic nekton communities of the Pacific waters and one of the Okhotsk Sea near Kuril Islands is provided. Quantitative distribution and biological state of all Pacific salmon in the winter season is reviewed in full detail.

Keywords: Sea of Okhotsk, NPO, pink salmon, chum salmon, sockeye salmon, coho salmon, pacific salmon, mackerel, sardine, migrations, abundance, biomass, distribution, temperature, water dynamics

For citation: Starovoitov A.N., Chulchekov D.N., Hleborodov A.S. New data on winter feeding and migrations of pacific salmon in the Sea of Okhotsk and in the Pacific waters of Kuril Islands, in *Byull. N 16 izucheniya tikhoookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 16 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2022, pp. 46–50. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-46-50.

Приоритетной задачей траловой съемки на НИС «Профессор Кагановский» был количественный учет численности и биомассы посткатадромной и нагульной молодежи тихоокеанских лососей, а также других представителей нектона верхнего слоя эпипелагиали, временно или постоянно населяющих этот слой.

* Старовойтов Александр Николаевич, кандидат биологических наук, главный специалист, sansea@inbox.ru, ORCID 0000-0001-5617-776X; Чульчечков Денис Николаевич, ведущий специалист, denis.chulchekov@tinro-center.ru; Хлебородов Антон Сергеевич, ведущий специалист, anton.hleborodov@tinro-center.ru, ORCID 0000-0003-0876-3611.

© Старовойтов А.Н., Чульчечков Д.Н., Хлебородов А.С., 2022

В период со 2 ноября по 21 декабря 2021 г. в прикурильских водах Охотского моря и СЗТО было выполнено 46 эпипелагических траления в пределах ИЭЗ РФ. Площадь акватории, охваченной съемкой, составила 360 тыс. км².

Видовой состав уловов эпипелагических тралений, выполненных в прикурильских районах Охотского моря и Тихого океана включал 21 вид рыб из 14 семейств, 3 вида головоногих моллюсков из 2 семейств и 7 видов сцифоидных и гидроидных медуз. Семейство лососевых (Salmonidae) было представлено 5 видами тихоокеанских лососей. Семейства Clupeidae, Mустophidae, Cyclopteridae насчитывали в своем составе по 2 вида, другие семейства рыб были представлены единичными представителями. У головоногих моллюсков два вида из трех входили в состав семейства Gonatidae.

Учетные численность и биомасса всех гидробионтов в верхней эпипелагиали прикурильских вод Охотского моря и СЗТО в декабре 2021 г. составили 5,164 млрд экз. и 182,5 тыс. т.

Численность рыб была оценена в 3,194 млрд экз. (61,8 %), головоногих — 1,761 млрд экз., что соответствовало 34,1 % от суммарной численности нектона и кишечнорастворных, а доля последних по численности (учтенная численность медуз — 207,3 млн экз.) составила лишь 4,0 %.

Высокие оценки численности рыб обеспечил только один вид — японский анчоус *Engraulis japonicus* — 2,759 млрд экз. На порядок ниже оказалась оценка численности сеголеток минтая *Theragra chalcogramma* (179,9 млн экз.) и горбуши *Oncorhynchus gorbusha* (158,8 млн экз.). Вторую позицию по численности у тихоокеанских лососей занимала посткатадромная молодежь кеты *Oncorhynchus keta* — 40,9 млн экз. (рис. 1, а).

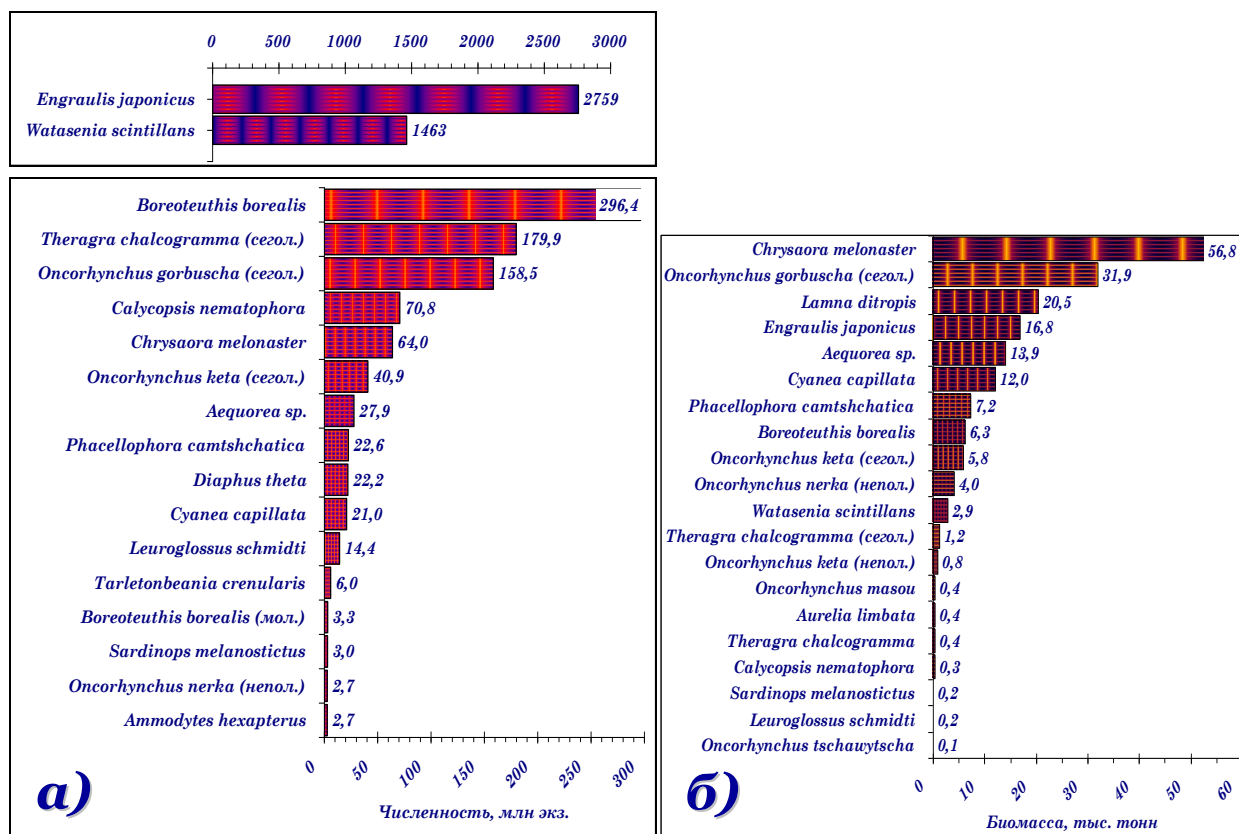


Рис. 1. Распределение по численности (а) и биомассе (б) отдельных видов нектона и макропланктона, учтенных в верхней эпипелагиали Охотского моря и тихоокеанских вод Курильских островов в декабре 2021 г.

Fig. 1. Distribution of abundance (а) and biomass (б) of the most numerous species of fish, squids and jellyfish of epipelagic layer of the Pacific waters and one of the Okhotsk Sea near Kuril Islands in December 2021

Мезопелагических видов рыб, главным образом представителей семейства Mустophidae, в сумме было учтено 42,6 млн экз. (0,83 %). Из трех представителей мезопелагических рыб доминировал диаф *Diaphus theta*, численность которого во всех биостатистических районах была оценена в 22,2 млн экз. Серебрянки *Leuroglossus schmidti* было учтено 14,4 млн экз., что составило 0,28 % от итоговой оценки чис-

ленности всех гидробионтов (рис. 1, а). У головоногих моллюсков высокую численность во время съемки имел только кальмар-светлячок *Watasenia scintillans* — 1,463 млрд экз. (28,3 %).

Северного кальмара *Boreoteuthis borealis* учтено в сумме с его молодью 299,7 млн экз. (рис. 1, а).

У медуз относительно заметными по численности были гидроидная медуза *Calycopsis nematophora* (70,8 млн экз.) и сцифомедуза компасная хризаора *Chrysaora melonaster* — 64,0 млн экз.

Среди групп гидробионтов, учтенных на акватории съемки, по биомассе на первом месте оказались медузы — 90,7 тыс. т (49,7 %), у которых по этому показателю лидировала компасная хризаора — 56,8 тыс. т. Второе место, в отличие от количественного соотношения по численности, заняли рыбы, которых во всех районах съемки было учтено 82,6 тыс. т (45,3 %), а биомасса головоногих моллюсков составила 9,2 тыс. т (5,0 %).

Основу биомассы ихтионектона (31,9 тыс. т, или 17,5 % от суммарной биомассы всех гидробионтов) формировала горбуша (рис. 1, б). Второе место по биомассе с оценкой 20,5 тыс. т (или 11,0 % от биомассы нектона и медуз) на акватории съемки принадлежало сельдевой акуле *Lamna ditropis*. Третье место по биомассе занял многочисленный в южных районах Курильских островов японский анчоус — 16,8 тыс. т. Биомассы других представителей нектона и кишечнорастворимых учтенных съемкой в прикурильских водах были ниже уровня биомасс отмеченных видов.

Так, с пятой по седьмую позицию с оценкой 13,9, 12,0 и 7,2 тыс. т заняли соответственно кишечнорастворимые экворея *Aequorea* sp., цианея *Cyanea capillata* и камчатская фацилофора *Phacelophora camtschatica*.

Далее в порядке убывания следовали: северный кальмар (6,3 тыс. т), сеголетки кеты (5,8 тыс. т) и неполовозрелая нагульная нерка *Oncorhynchus nerka* — 4,0 тыс. т (рис. 1, б).

У головоногих моллюсков помимо северного кальмара было учтено 2,9 тыс. т кальмара-светлячка. Биомассы остальных видов нектона и макропланктона были существенно ниже, а их доли в суммарной биомассе этих групп не достигали и 1 %.

В итоге в декабре 2021 г. в нектонном сообществе (без учета биомассы медуз) верхней эпипелагиали прикурильских вод соотношения основных групп и отдельных видов в суммарной оценке биомассы рыб и головоногих моллюсков выглядят следующим образом: первые три места занимали лососи (46 %), из которых 36 % составила доля горбуши, 22 сельдевой акулы и 18 % японского анчоуса, что в сумме соответствовало 86 % от биомассы всех гидробионтов, исключая кишечнорастворимых (рис. 2). Таким образом, доля всех прочих видов ихтио- и тейтоцена в суммарной биомассе нектона, учтенного съемкой, составила 14 %, из которых 10 % — головоногие моллюски.

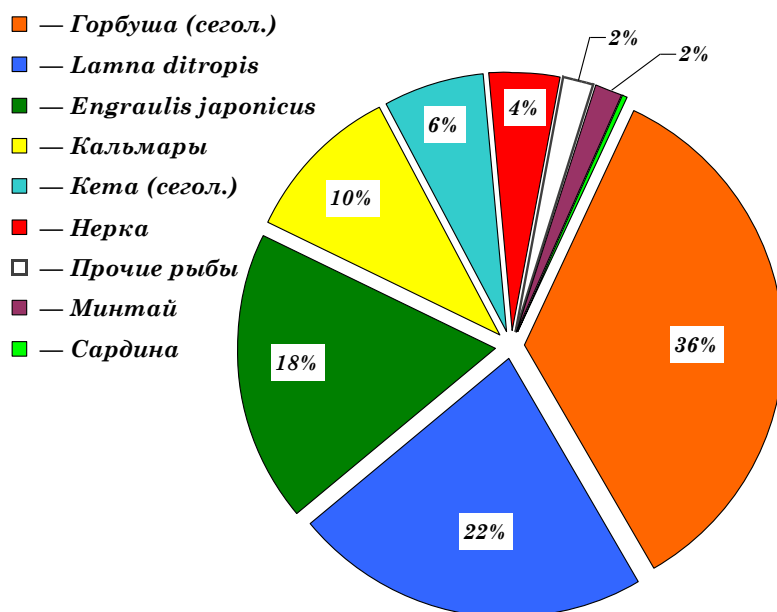


Рис. 2. Соотношение видов и групп нектона в суммарной биомассе рыб и кальмаров (без кишечнорастворимых) в верхней эпипелагиали Охотского моря и тихоокеанских вод Курильских островов в декабре 2021 г.

Fig. 2. The ratio of the species and groups of the epipelagic nekton communities (without jellyfish) in the epipelagic layer of the Pacific waters and one of the Okhotsk Sea near Kuril Islands in December 2021

Горбуша. В начале съемки, с тихоокеанской стороны Малой Курильской гряды и в прол. Екатерины (3 станции), сеголетки горбуши не были отмечены в уловах (рис. 3, а). В дальнейшем в Охотском море севернее отмеченного пролива серия тралений, выполненных поочередно на двух разрезах в генеральном северо-восточном направлении, показала присутствие горбуши от нескольких десятков (34–69 экз./час траления) до сотен (111–459 экз./час траления), а один максимальный за съемку улов сеголеток горбуши у северо-западного побережья о. Уруп составил 1035 экз. (рис. 3). Севернее о. Симушир на двух станциях было поймано 3 и 1 экз. горбуши и далее, у средних и северных Курильских проливов, горбуша в уловах отсутствовала.

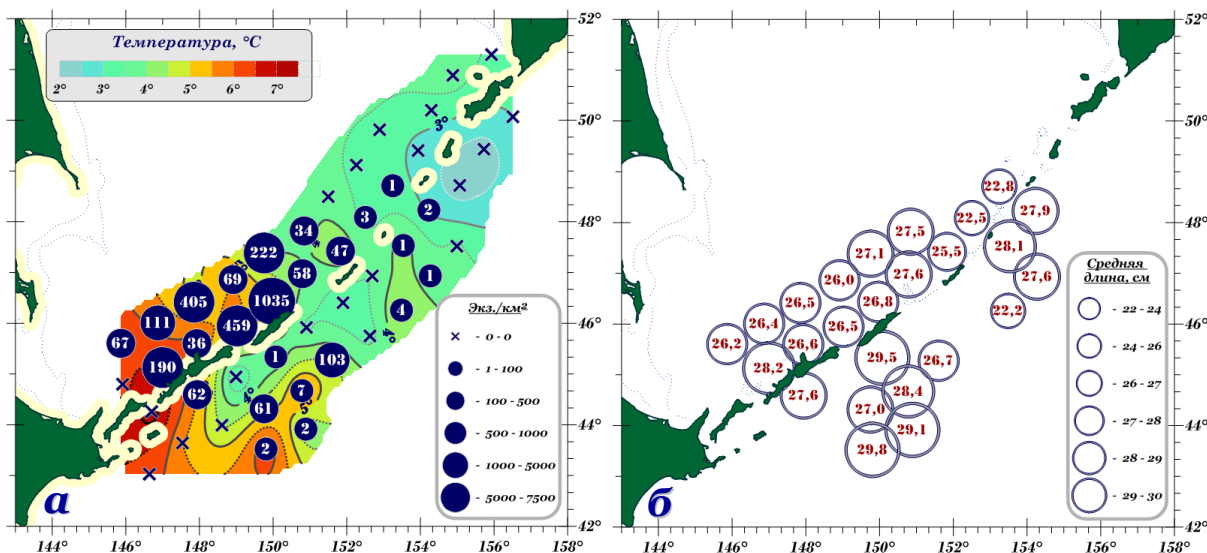


Рис. 3. Пространственное распределение уловов, экз./км² (а) и средней длины (б) сеголеток горбуши в верхней эпипелагиали Охотского моря и тихоокеанских водах Курильских островов в декабре 2021 г. Цифры в центре кружков — улов, экз./час траления (а) и средняя длина (б). Приведена температура поверхностных водных масс (а)

Fig. 3. Spatial distribution of catches (а) and average fork length (б) of pink salmon juvenile in the epipelagic layer of the Pacific waters and one of the Okhotsk Sea near Kuril Islands in December 2021. Numbers — catch un inds. per hour of trawling (а) and average fork length in cm (б). Contour lines indicate SST (а)

Аналогичная картина распределения сеголеток горбуши наблюдалась и с тихоокеанской стороны северной части Курильской гряды: первые единичные особи (от 1 до 4 экз./час траления) были отмечены при разборе уловов тралений, выполненных южнее 49° с.ш.

Далее южнее прол. Буссоль и восточнее о-вов Уруп и Итуруп на 7 траловых станциях вылов посткатадромной горбуши составлял от 1–7 экз. до 61–103 экз./час траления (рис. 3, а). Все результаты по поимке горбуши траления были выполнены при температуре поверхностных водных масс от 3 до 6 °С.

Основу уловов сеголеток горбуши формировала практически однородная по составу молодь с преобладающими средними размерами 26–30 см и массой 190–300 г, однако в пространственном распределении отдельных агрегаций горбуши были заметны определенные зависимости (рис. 3, б). Так, более крупная молодь горбуши облавливалась в южной части полигона съемки, как с охотоморской, так и с тихоокеанской стороны Курильских островов: здесь ее длина в среднем составляла 27,0–29,8 см, а масса — 202–230 г. Несколько меньшими были размерно-весовые показатели у горбуши, пойманной севернее: длина от 22,2 до 27,9 см (рис. 3, б) и средняя масса 97–203 г.

По результатам всех измерений средние размеры и масса сеголеток горбуши в Охотском море были несколько ниже, чем в тихоокеанских водах — 26,8 против 27,0 см (масса соответственно 200 и 211 г). Средняя длина и масса посткатадромной горбуши по результатам съемки во всех районах составили 26,8 см и 202 г.

По итогам осенней съемки 2021 г. (03–28.10.2021 г.) в Охотском море средние размерно-весовые показатели сеголеток горбуши составляли 24,0 см и 156 г, что соответствует месячному приросту длины в 2,8 см и массы — 46 г.

Суммарная численность сеголеток горбуши по результатам декабрьской съемки была оценена в 158,5 млн экз. Суммарная биомасса вида в верхней эпипелагиали прикурильских вод Охотского моря и СЗТО составила 31,9 тыс. т.

Кета. Как и горбуша, подавляющее большинство сеголеток кеты тяготели к юго-западной части исследованной акватории. Уловы сеголеток варьировали от 1 до 352 экз./час траления. Максимальные уловы (160 и 352 экз./час траления) были отмечены 5 декабря на первом охотоморском галсе вблизи прол. Фриза (рис. 4).

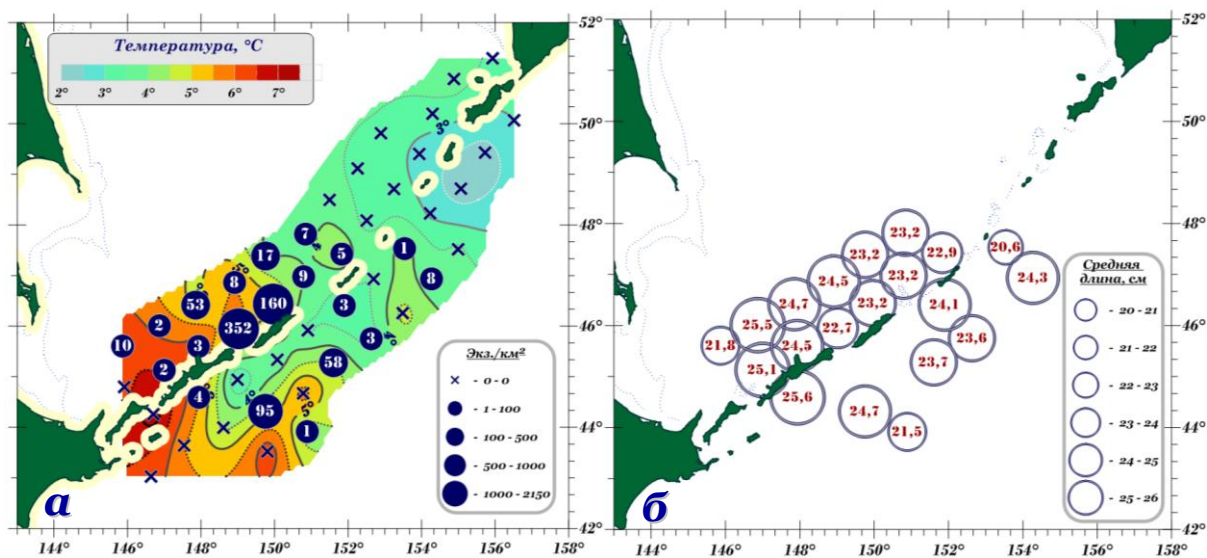


Рис. 4. Пространственное распределение уловов, экз./час траления (а) и средней длины (б) сеголеток кеты в верхней эпипелагиали Охотского моря и тихоокеанских водах Курильских островов в декабре 2021 г. Цифры в центре кружков — улов, экз./час траления (а) и средняя длина (б). Приведена температура поверхностных водных масс (а)

Fig. 4. Spatial distribution of catches (а) and average fork length (б) of chum salmon juvenile in the epipelagic layer of the Pacific waters and one of the Okhotsk Sea near Kuril Islands in December 2021. Numbers — catch un inds. per hour of trawling (а) and average fork length in cm (б). Contour lines indicate SST (а)

Размерный состав сеголеток кеты был представлен особями от 17 до 30 см при средней длине 23,7 см и средней массе 145 г. Модальную группу (87 %) формировали рыбы с длиной тела 22–26 см.

Итоговая учтенная численность сеголеток кеты составила 40,9 млн экз., а биомасса — 5,8 тыс. т.

Помимо посткатадромной молодежи, в декабре в уловах тралений, выполненных с охотоморской стороны о. Уруп, были отмечены 4 экз. неполовозрелой кеты.

Прочие лососи. Все случаи поимки нагуливающейся молодежи нерки было отмечены в тихоокеанских водах северо-восточной части Курильских островов. Начиная от районов, прилегающих к северным Курильским проливам (Второй и Четвертый Курильский), где были пойманы первые 6 экз. неполовозрелой молодежи нерки, и вплоть до прол. Буссоль на обоих тихоокеанских разрезах нерка штучно присутствовала в уловах в количествах до 7–9 экз./час траление.

В итоге в тихоокеанских водах было поймано 37 экз. неполовозрелой молодежи нерки. Средняя длина неполовозрелой нерки составила 49,8 см, масса 1,48 кг.

Помимо нерки в траловых уловах НИС «Профессор Кагановский» в декабре 2021 г. были отмечены неполовозрелая молодежь симы и чавычи. В общей сложности было поймано 9 экз. симы и 2 экз. чавычи.

РЕЗУЛЬТАТЫ ТРАЛОВОГО УЧЕТА ПОСТКАТАДРОМНОЙ МОЛОДИ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В БЕРИНГОВОМ И ОХОТСКОМ МОРЯХ ОСЕНЬЮ 2021 Г.

А.Н. Старовойтов, С.С. Пономарев, Д.Н. Чульчечков*

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

Аннотация. В результате выполненных траловых съемок эпипелагиали российских вод западной части Берингова моря, тихоокеанских вод Командорских островов, южной, западной и восточной частей Охотского моря определены численность и биомасса всех представителей нектона и макропланктона. Выявлены особенности пространственного распределения массовых представителей эпипелагического нектона и медуз, получены их количественные оценки, определен уровень численности посткатадромной молодежи и нагуливающих неполовозрелых лососей, описаны основные скопления посткатадромной горбуши в открытых водах Берингова и Охотского морей. В результате съемок получены новые данные о размерно-весовом составе скоплений, собраны материалы для анализа пространственной дифференциации различных региональных групп горбуши на обследованных акваториях.

Ключевые слова: Охотское море, Берингово море, горбуша, кета, нерка, чавыча, тихоокеанские лососи, миграции, численность, биомасса, распределение, температура, динамика вод

Для цитирования: Старовойтов А.Н., Пономарев С.С., Чульчечков Д.Н. Результаты тралового учета посткатадромной молодежи тихоокеанских лососей в Беринговом и Охотском морях осенью 2021 г. // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2022. — С. 51–65. DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-51-65.

Results of trawl surveys of pacific salmon juveniles in the Bering and Okhotsk Seas in autumn 2021

Alexander N. Starovoitov*, Sergei S. Ponomarev**, Denis N. Chulchekov***

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

* Ph.D., chief specialist, sansea@inbox.ru

** leading specialist, sergei.ponomarev@tinro-center.ru

*** leading specialist, denis.chulchekov@tinro-center.ru

Abstract. The results of trawl surveys at western part of Bering Sea and Okhotsk Sea at the R/V «TINRO» and R/V «Professor Kaganovskii» in the fall 2021 are analyzed. These studies provide data on spatial distribution, abundance and biomass of fishes, cephalopods and jellyfishes in the epipelagic layer of the Bering and Okhotsk Seas. The analysis of the contemporary status of epipelagic nekton communities of the Bering and Okhotsk Seas is provided. Quantitative distribution and biological state of juveniles of pink salmon in the autumn season is reviewed in full detail.

Keywords: Okhotsk Sea, Bering Sea, pink salmon, chum salmon, sockeye salmon, coho salmon, pacific salmon, mackerel, sardine, migrations, abundance, biomass, distribution, temperature, water dynamics

For citation: Starovoitov A.N., Ponomarev S.S., Chulchekov D.N. Results of trawl surveys of pacific salmon juveniles in the Bering and Okhotsk Seas in autumn 2021, in *Bull. N 16 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 16 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2022, pp. 51–65. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-51-65.

Берингово море. Осенняя траловая съемка верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и сопредельных тихоокеанских вод Командорских островов была выполнена на НИС «ТИНРО» и «Профессор Кагановский» в период с 16 сентября по 2 октября 2021 г. Съемка была начата на одну декаду раньше аналогичных съемок в 2018–2020 гг., но по сравнению с учетными работами в запад-

* Старовойтов Александр Николаевич, кандидат биологических наук, главный специалист, sansea@inbox.ru, ORCID 0000-0001-5617-776X; Пономарев Сергей Сергеевич, главный специалист, sergey.ponomarev@tinro-center.ru, ORCID 0000-0003-1057-3913; Чульчечков Денис Николаевич, ведущий специалист, denis.chulchekov@tinro-center.ru.

© Старовойтов А.Н., Пономарев С.С., Чульчечков Д.Н., 2022

ной части моря, проведенными в осенний период 2008–2013 и 2017 гг., — в те же календарные сроки, что позволило охватить исследованиями не только глубоководные котловины Берингова моря в пределах ИЭЗ РФ, но и его северные мелководные районы: Анадырский залив, свал глубин олюторско-наваринского района.

НИС «ТИНРО» работал в Беринговом море и сопредельных водах СЗТО с 16.09 по 2.10.2021 г. (17 сут), а НИС «Профессор Кагановский» — в период с 18.09 по 1.10.2021 г. (14 сут). В итоге за 31 рабочие сутки двумя судами было выполнено в общей сложности 105 эпипелагических тралений (слой 0–30 м), сопровождавшихся аналогичным количеством гидрологических зондирований толщи вод до глубины 1000 м.

Общее генеральное направление галсов съемки соответствовало стандарту учетов посткатадромной молодежи лососей: в направлении с севера, юго-востока, востока на запад от линий, обозначенных Командорскими островами и границей ИЭЗ РФ — США.

Основу уловов эпипелагических тралений традиционно составляли нектон, представленный рыбами и кальмарами и желетелым макропланктоном. Всего в уловах отмечено 31 вид рыб из 20 семейств, 9 видов кальмаров, которые все входили в одно семейство *Gonatidae*, и 8 видов сцифоидных и гидроидных медуз.

Семейство лососевых (*Salmonidae*) стабильно выделялось количеством видов — 5. По видовому разнообразию вторыми в ихтионектоне после лососей оказались камбаловые (*Pleuronectidae*) — 4 вида. Остальные семейства были представлены не более чем 1–2 видами.

Нектонное сообщество западной части Берингова моря в сентябре-октябре больше соответствовало по своему составу позднему летнему сезону. Это подтверждается не только большим количеством молодежи и взрослых представителей донных и придонных рыб, но и массовыми миграциями в западную часть моря видов южнобореально-субтропического и умеренно-бореального комплексов. Так, в юго-западной части моря и в уловах тралений, выполненных в тихоокеанских водах у прол. Камчатского, как и в предшествующие 2017–2018 и 2020 гг., присутствовали виды, традиционно относимые к мигрантам из южных районов СЗТО. Относительно широкое распространение здесь имели дальневосточная сардина *Sardinops melanostictus*, сайра *Cololabis saira* и японский морской лещ *Brama japonica*.

Очередной раз в западной части Берингова моря зафиксирована высокая численность трехиглой колюшки *Gasterosteus aculeatus*, но в 2021 г., в отличие от двух предыдущих лет наблюдений, порядок ее численности оказался не рекордным.

Еще одной особенностью осенней съемки 2021 г., в отличие от съемок последних лет, стало полное отсутствие в уловах хищных рыб, которые для этой части моря в осенний период являются типичными представителями ихтиоценоза эпипелагиали. Так, за съемку не было поймано ни одного экземпляра сельдевой акулы *Lamna ditropis* и мезопелагических хищников — кинжалозуба Парина *Anotopterus nikparini* и большеголового алеписавра *Alepisaurus ferrox*.

По результатам съемки численность и биомасса нектона и макропланктона в верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и сопредельных вод СЗТО в сентябре-октябре 2021 г. составили 51,23 млрд экз. и 2,604 млн т.

Среди представителей нектона и макропланктона тройка лидеров по численности выглядела следующим образом: сеголетки минтая *Theragra chalcogramma* — колюшка — северный кальмар *Boreoteuthis borealis* (рис. 1, а).

За ними с оценками 1,41 млрд экз. и 1,07 млрд экз. следовали представители одного семейства, принадлежащие к различным зоогеографическим комплексам — дальневосточная сардина (2,8 % от итоговой численности гидробионтов) и тихоокеанская сельдь *Clupea pallasii* (2,1 %). Среди кишечнополостных лидирующую позицию с оценкой 928,1 млн экз. (1,8 %) занимала гидроидная медуза *Calycopsis nematophora*, а второй по учтенной численности (827,8 млн экз., доля — 1,6 %) оказалась сцифомедуза компасная хризаора *Chrysaora melonaster* (рис. 1, а).

Следует отметить заметную долю (1,75 %) и молодежи северного одноперого терпуга *Pleurogrammus monopterygius*, оценки численности которого как в глубоководных, так и в прибрежных беринговоморских районах съемки в сумме составили 896,5 млн экз. (рис. 1, а).

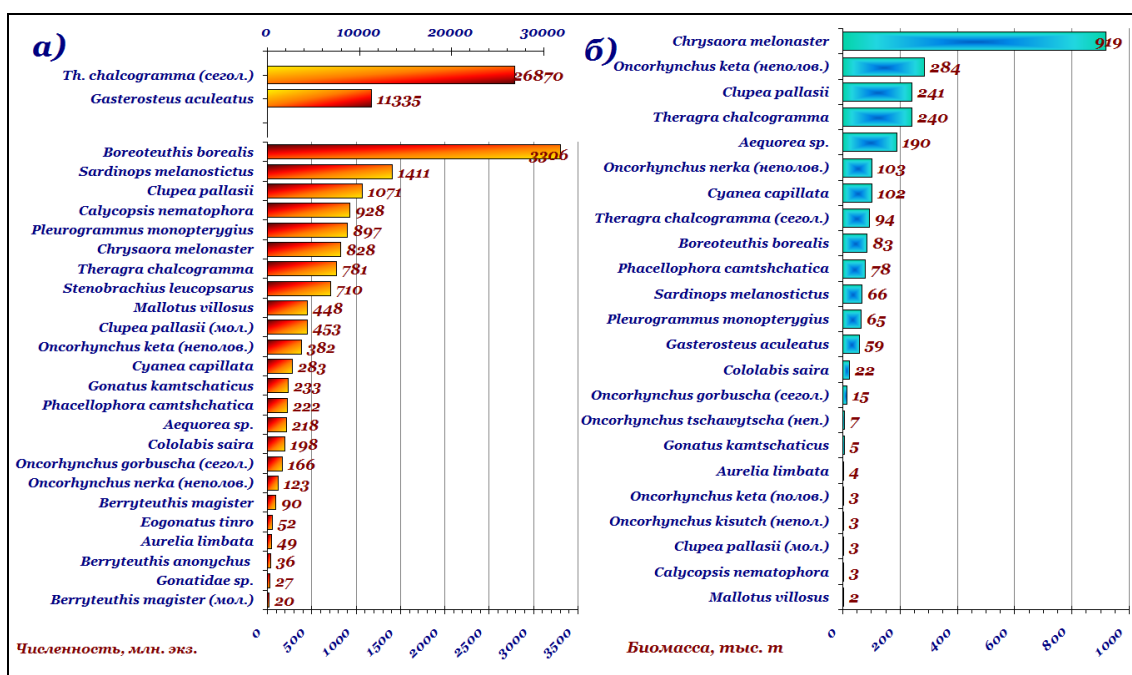


Рис. 1. Распределение по численности (а) и биомассе (б) отдельных видов nekтона и макропланктона, учтенных в верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и тихоокеанских водах Командорских островов в сентябре-октябре 2021 г.

Fig. 1. Distribution of abundance (a) and biomass (б) of the most numerous species of fish, squids and jellyfish of epipelagic layer of the western part of Bering Sea and in the Pacific waters of Commander Island in September-October 2021

По второму интегральному показателю, биомассе, в сообществе nekтона и макропланктона верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и сопредельных вод океана с оценкой 1,298 млн т (49,9 %) на первое место вышли медузы, среди которых абсолютно доминировала (71 % от биомассы всех кишечнополостных) компасная хризора — 919 тыс. т. Несколько меньшей оказалась учтенная биомасса рыб и головоногих моллюсков: 1,214 млн т (46,6 %) первых, и 91,3 тыс. т (3,5 %) вторых.

В сообществе ихтионектона по биомассе выделялись неполовозрелая кета *Oncorhynchus keta*, сельдь и минтай — соответственно 283,6 тыс. т, 241,1 и 240,3 тыс. т (рис. 1, б). Немногом менее 200 тыс. т (189,6 тыс. т) было учтено гидроидных медуз рода *Aequorea* и вдвое меньшее цианеи *Cyanea capillata* — 102,3 тыс. т. Далее в порядке убывания следовали неполовозрелая молодь нерки *Oncorhynchus nerka* — 103,0 тыс. т, молодь минтая — 93,9, дальневосточная сардина — 65,8, молодь терпуга — 64,8 и колюшка — 58,6 тыс. т. Сеголетки горбуши *Oncorhynchus gorbusha* занимали весьма скромное по биомассе положение: осенью 2021 г. их биомасса преимущественно в юго-западной части Берингова моря и сопредельных районах Тихого океана составила 14,5 тыс. т. Для сравнения: аналогичной съемкой предыдущего нечетного 2019 г. было учтено 11,6 тыс. т посткатадромной горбуши (численность — 153,6 млн экз.). У головоногих моллюсков, как и по численности, выделялся северный кальмар — 83,5 тыс. т (рис. 1, б).

Таким образом, соотношение отдельных видов и групп nekтонного сообщества (без учета кишечнополостных) в учтенной биомассе кальмаров и рыб осенью 2021 г. выглядело следующим образом: основу биомассы в обследованных районах западной части моря и сопредельных вод СЗТО слагали лососи — 31,9 % от учтенной биомассы — и минтай — 25,6 % (биомасса совместно с молодь — 334,1 тыс. т). Третью позицию (18,7 %) с оценкой биомассы 244,3 тыс. т заняла сельдь (рис. 2).

На долю головоногих пришлось 7,0 % (91,3 тыс. т). Почти равные доли в nekтонном сообществе имели молодь терпуга и трехиглая колюшка — 5,0 и 4,5 % (рис. 2). Среди тихоокеанских лососей безусловными лидерами по биомассе были неполовозрелая кета и нерка — соответственно 68,9 и 24,9 % от учтенной биомассы тихоокеанских лососей. На долю сеголеток горбуши пришлось менее 5 % (рис. 2).

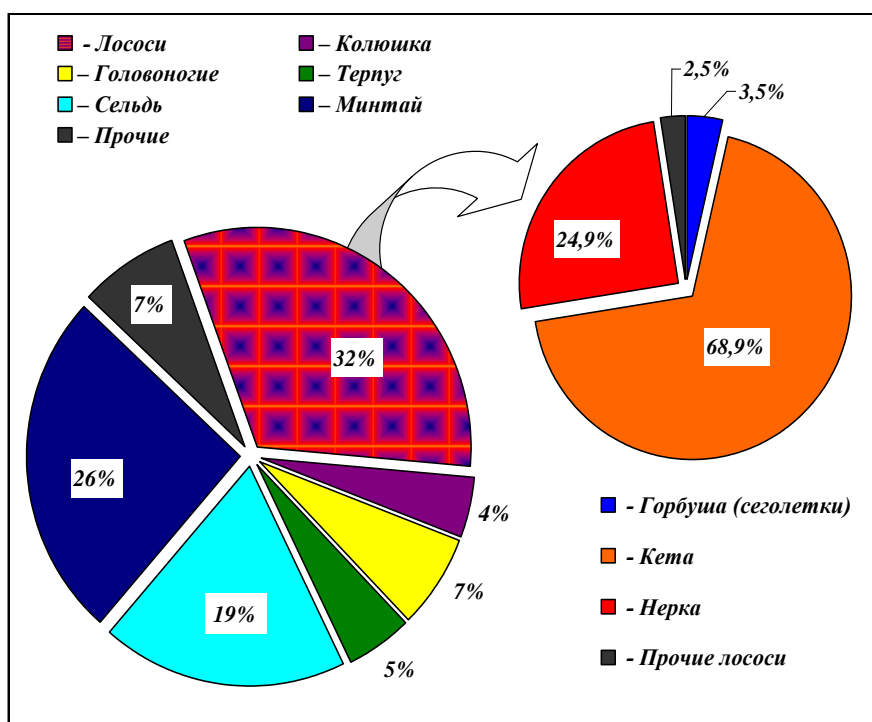


Рис. 2. Соотношение видов и групп нектона в суммарной биомассе рыб и кальмаров (без кишечнополостных) в верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и тихоокеанских водах Командорских островов 16.09–02.10.2021 г.

Fig. 2. The ratio of the species and groups of the epipelagic nekton communities (without jellyfish) in the western part of Bering Sea and in the Pacific waters of Commander Island in September 16 — October 02, 2021

Сеголетки горбуши. Важным результатом траловой съемки верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и сопредельных тихоокеанских вод Командорских островов можно считать невысокую оценку численности поколения восточнокамчатской горбуши. Аналогично предыдущим нечетным 2017 и 2019 гг., когда здесь было учтено соответственно 154 и 101 млн экз. сеголеток горбуши, уровень учтенной численности посткатадромной горбуши осенью 2021 г. оказался того же порядка — 166 млн экз.

Пространственное распределение сеголеток горбуши соответствовало картине их распределения в нечетные годы, когда оценки численности посткатадромной горбуши в западной части моря были невысокими (например — 2009, 2013, 2017 и 2019 гг.). Из серии первых тралений, выполненных в берингоморских водах у границы ИЭЗ РФ и в водах Анадырского залива, стало очевидно, что широкого и повсеместного распространения посткатадромной горбуши, которое наблюдается при ее высокой численности, ожидать не следует. Первые штучные ее уловы были получены 19–20 сентября у границы экономзоны (рис. 3). Далее вдоль границы ИЭЗ уловы сеголеток горбуши на НИС «ТИНРО» составляли от 10–15 до 36–46 экз./час траления, а в северном и северо-западном секторе съемки южнее мыса Наварин по результатам тралений НИС «Профессор Кагановский» горбуша по-прежнему облавливалась штучно либо отсутствовала (рис. 3).

Первые крупные уловы сеголеток горбуши, превысившие 100 экз./час траления были получены только южнее и восточнее мыса Олюторского. Здесь вылов посткатадромной молодежи горбуши за стандартное часовое траление достигал 104–261 экз., а два смежных максимальных за съемку улова на НИС «Профессор Кагановский» и «ТИНРО» полученные с разницей в один день, составили соответственно 360 и 404 экз./час траления.

На заключительном этапе работ оба судна, двигаясь практически параллельными курсами, закрыли траловыми станциями западную часть Командорской котловины и мелководные районы моря от мыса Олюторского до Карагинского залива. В западном секторе Командорской котловины, в Карагинском районе, горбуша еще отмечалась в уловах в количествах до 114–201 экз./час траления, а в

восточном ее секторе она встречалась в уловах эпипелагических тралений лишь штучно — до 1–8 экз., а максимальный вылов сеголеток горбуши не превысил и двух десятков — 18 экз./час траления (рис. 3). Таким образом, основное ядро высокой плотности сеголеток располагалось по обе стороны от склонов хребта Ширшова в западной части глубоководной Командорской котловины с некоторым смещением в западном направлении к Карагинскому заливу и в юго-западной части второй котловины моря — Алеутской, а максимальный вылов посткатадромной молоди горбуши на обследованной акватории едва превысил 400 экз./час траление.

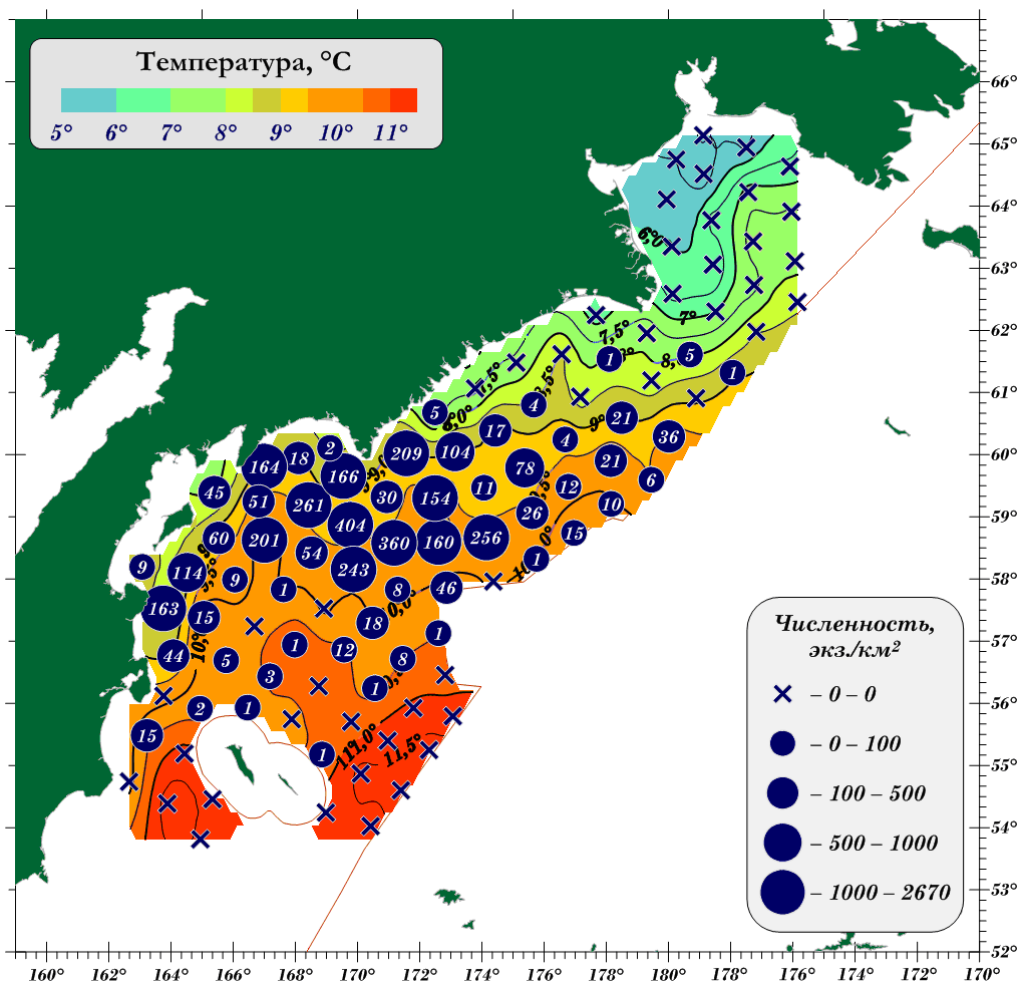


Рис. 3. Пространственное распределение сеголеток горбуши в верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и тихоокеанских водах Командорских островов 16.09–02.10.2021 г. Цифры в центре кружков — улов, экз./час траления. Приведена температура поверхностных водных масс

Fig. 3. Spatial distribution of catches of pink salmon juvenile in the western part of Bering Sea and in the Pacific waters of Commander Island in September 16 — October 02, 2021. Numbers — catch un inds. per hour of trawling. Contour lines indicate SST

Пространственное распределение посткатадромной горбуши над глубоководными котловинами моря, сравнительно невысокие ее уловы в восточной части российской экономзоны, как и полное отсутствие в юго-восточном секторе съемки, позволяют сделать вывод о том, что основная часть молоди горбуши еще находилась на акватории Командорской котловины.

На время окончания учетных работ можно констатировать формирование авангардных скоплений посткатадромной молоди севернее прол. Камчатского, но на наш взгляд активных миграций горбуши в океан к этому времени еще не наблюдалось. Говорить о задержке существенной части сеголеток горбуши в пределах Карагинского залива также не приходится: два траления, выполненные в прол. Литке, в северной и южной его частях, на НИС «Профессор Кагановский», показали невысокие их уловы — 9 и 45 экз./час траления.

Горбуша, пойманная в юго-западной части Берингова моря и тихоокеанских водах Командорских островов, была разнокачественной по размерному составу. На большей части акватории, где встречалась горбуша, преобладали сеголетки со средними размерами тела от 18,6 до 21,6 см (рис. 4) и средней массой от 78 до 104 г. Средняя длина сеголеток горбуши по данным съемки составила 20,6 см, а масса — 87 г. Для сравнения: биологические показатели у сеголеток горбуши в предыдущие нечетные 2017 и 2019 гг. составляли 20,4 и 19,7 см, при массе — соответственно 78 и 73 г.

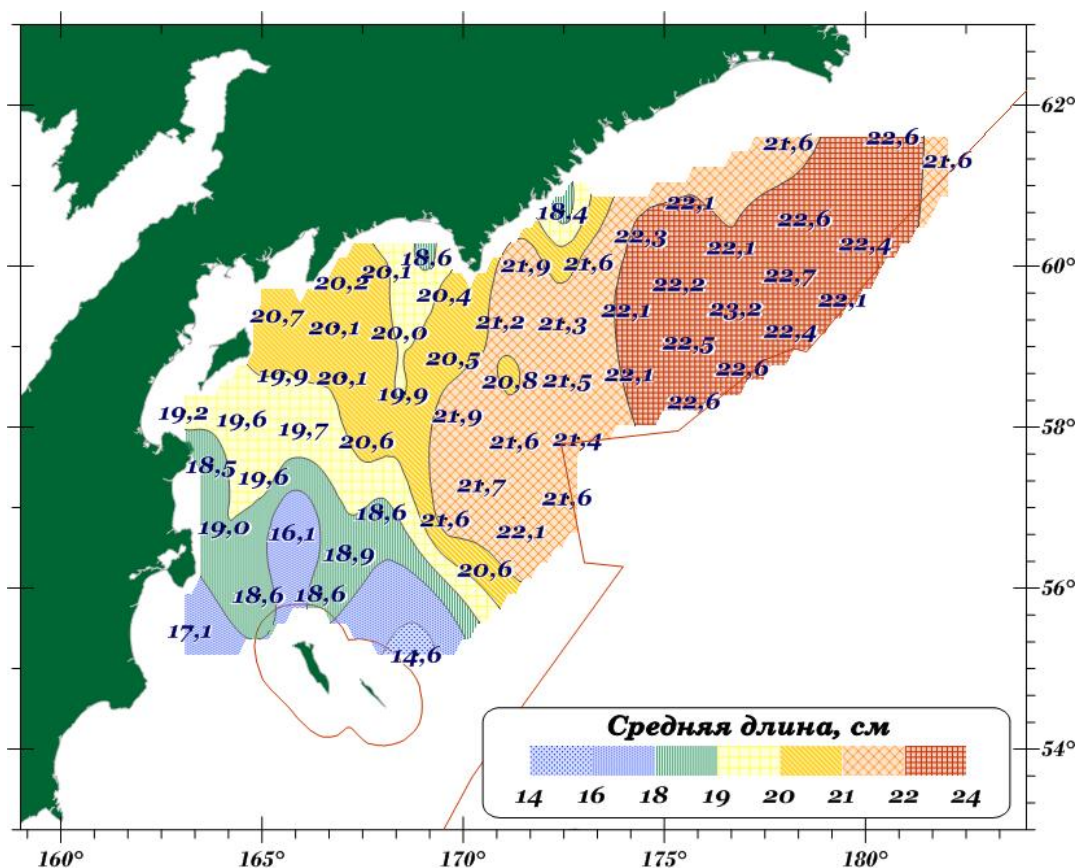


Рис. 4. Пространственное распределение средней длины сеголеток горбуши в верхней эпипелагиали юго-западной части Берингова моря и тихоокеанских водах Командорских островов 16.09–02.10.2021 г. Цифры — средняя длина

Fig. 4. Spatial distribution of average fork length of pink salmon juvenile in the western part of Bering Sea and in the Pacific waters of Commander Island in September 16 — October 02, 2021. Numbers — average fork length

Средняя длина посткатадромной молоди горбуши во время аналогичных съемок, выполненных в западной части моря осенью 2013, 2009, 2007 и 2003 гг., была следующей — соответственно 22,8 см, 22,6, 20,6 и 21,5 см. Средняя многолетняя величина за период 2003–2019 гг. составила 21,2 см.

Несколько более крупная горбуша облавливалась в пределах северо-восточной обследованной части Алеутской котловины и в приграничных районах ИЭЗ РФ-США — соответственно 21,2–22,1 см и от 22,3 до 23,6 см. В пределах Командорской котловины размеры сеголеток горбуши чаще составляли от 18,6 до 20,5 см (рис. 4). В целом же по районам наблюдалась явная зависимость увеличения средней длины и массы тела посткатадромной горбуши от южных районов (20,0 см, 78 г) к северным (20,8–21,8 см, 95–104 г).

Учетная численность сеголеток горбуши по результатам траловой съемки была оценена в 166,1 млн экз., а биомасса — в 14,5 тыс. т.

Подводя итог краткой характеристике результатов учета западноберингоморской горбуши, можно констатировать, что к первой декаде октября ее сеголетки все еще находились в море, локализуясь в северном секторе Командорской котловины, а по картине распределения и биологическому

состоянию посткатадромной молоди горбуши можно предположить, что основная ее часть все же была учтена в юго-западной части Берингова моря, т.е. южнее широты мыса Олюторского.

Сеголетки кеты. Осенью 2021 г. подавляющее большинство сеголеток кеты было учтено в пределах Командорской котловины. Наиболее плотные скопления молоди кеты были отмечены в районе хребта Ширшова и Олюторского залива, где ее максимальные уловы составляли 27–28 экз./час траление. Над западной частью Алеутской котловины и в Анадырском заливе сеголетки кеты облавливались штучно либо вовсе отсутствовали (рис. 5).

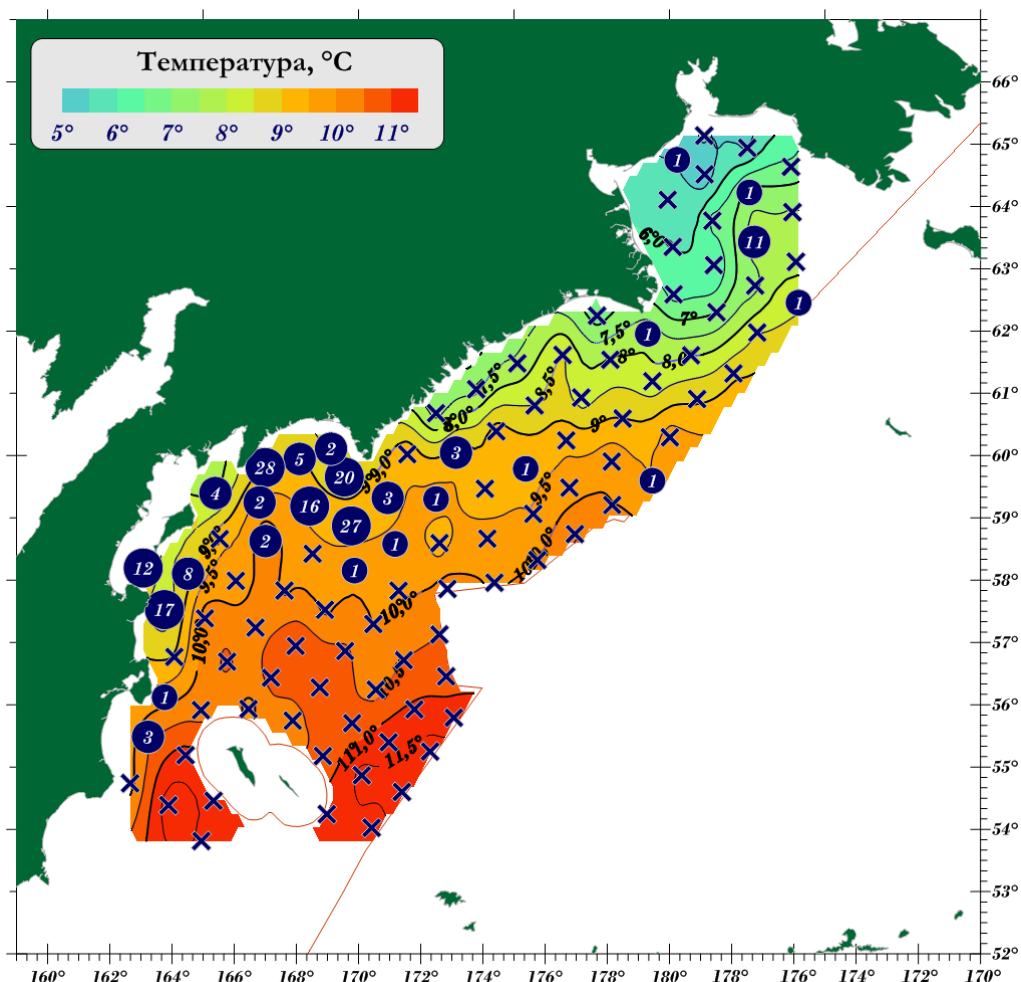


Рис. 5. Пространственное распределение сеголеток кеты в верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и тихоокеанских водах Командорских островов 16.09–02.10.2021 г. Цифры в центре кружков — улов, экз./час траления. Приведена температура поверхностных водных масс

Fig. 5. Spatial distribution of catches of chum salmon juvenile in the western part of Bering Sea and in the Pacific waters of Commander Island in September 16 — October 02, 2021. Numbers — catch un inds. per hour of trawling. Contour lines indicate SST

Размеры отдельных особей молоди кеты варьировали от 9,7 до 25,2 см и массой от 7 до 180 г. Модальную группу слагали рыбы размерами 19–21 см, составившие 65 % от численности сеголеток кеты из всех районов. Средние размерно-весовые показатели по всем результативным тралениям соответствовали длине тела 19,3 см и массе 77 г.

Численность сеголеток кеты в сентябре-октябре 2021 г. составила 7,31 млн экз. при биомассе 0,6 тыс. т. Даже при почти полном охвате съемкой районов западной части Берингова моря осенью 2021 г. данная оценка является одной из минимальных.

По распределению наиболее массовых представителей верхнего слоя эпипелагиали глубоководной Командорской котловины моря и уровню их биомасс осенью 2021 г. можно, как и при аналогичных осенних исследованиях первой — второй половины 2000-х гг., констатировать, что очеред-

ной раз развитие сезонных (осенних) процессов, как и в предшествующие 2016–2020 гг., по отдельным чертам более соответствовало летнему периоду. Так, очередной раз над южной периферией глубоководной Командорской котловины были широко распространены представители южной и умеренно-бореальной фауны (иваси, сайра, японский морской лещ). Сеголетки горбуши и кеты в сентябре-октябре 2021 г. все еще продолжали нагул в присваловых районах западной части моря и не спешили покидать их. Перераспределения и широкого распространения посткатадромной молодежи лососей в районы глубоководных котловин моря ранней осенью 2021 г. еще не наблюдалось.

Охотское море. Очередная осенняя траловая съемка верхней эпипелагиали Охотского моря в 2021 г. была проведена с 3 по 28 октября. На протяжении 26 суток на двух судах полностью либо частично были обследованы воды верхнего слоя эпипелагиали южных и центральных районов Охотского моря. Суммарно НИС «ТИНРО» и НИС «Профессор Кагановский» выполнили 95 тралений, сопровождавшихся гидрологическими и планктонными станциями.

Площадь всех районов съемки в сумме составила 876,5 тыс. км². Сопоставимые по площади акватории обследовались осенью в Охотском море и ранее, во время аналогичных экспедиций: в 2011 г. — 898,0 тыс. км², в 2014 г. — 828,0, в 2015 г. — 797,0, в 2016 г. — 868,1, в 2018 г. — 839,3, в 2019 г. — 609,8 и в предыдущем 2020 г. — 853,0 тыс. км².

Вполне типичным по сравнению с предшествующими осенними экспедициями был и состав населения биотопа верхней эпипелагиали Охотского моря, который осенью 2021 г., не отличался большим разнообразием видов. По итогам траловой съемки на ее акватории были отмечены 31 вид рыб из 19 семейств, 7 видов головоногих моллюсков (2 семейства) и 7 видов медуз.

Традиционно для периода съемки в южной и центральной частях Охотского моря по количеству видов в ихтиоценозе выделялось семейство лососевых (Salmonidae), которое насчитывало все 6 представителей тихоокеанских лососей (род *Oncorhynchus*). Все остальные семейства рыб насчитывали в своем составе не более 2 видов. Из двух семейств головоногих максимальное количество видов было у гонатид (Gonatidae) — 6 видов. Подавляющее большинство видов рыб, встреченных в уловах эпипелагических тралений осенью 2021 г., относились к трем группам: эпипелагические, мезопелагические и донные.

Помимо типичных представителей ихтионектона бореальной зоны в Сахалино-Курильском регионе в осенний период 2021 г., как и годом ранее, были отмечены виды, характерные для субтропических и умереннобореальных биотопов: дальневосточная сардина, японская скумбрия *Scomber japonicus*, японский анчоус *Engraulis japonicus*, сайра, волосозуб *Trichodon trichodon* и тихоокеанский кальмар *Todarodes pacificus*.

По результатам съемки в октябре 2021 г. в верхней эпипелагиали обследованных районов Охотского моря было учтено 40,86 млрд экз. гидробионтов, суммарная биомасса которых составила 3,131 млн т.

Основу численности эпипелагического сообщества nekтона Охотского моря формировали рыбы — 38,62 млрд экз., что соответствовало 94,5 % от суммарной численности nekтона и медуз. На долю головоногих и кишечнополостных пришлось соответственно 2,7 % (1,10 млрд экз.) и 2,8 % (1,14 млрд экз.).

По соотношению биомасс рыбы также занимали лидирующую позицию (1,786 млн т, или 57 %). Оценки биомассы кальмаров и кишечнополостных составили в сумме 22 тыс. т (0,7 %) и 1,32 млн т (42,3 %).

По рангу численности первое место среди прочих представителей nekтона и кишечнополостных занимали сеголетки минтая — 9,1 млрд экз. Высокой оказалась численность еще одного малоразмерного вида — трехиглой колюшки, которой по результатам всех уловов было учтено 8,17 млрд экз., что позволило ей занять второе место среди представителей nekтона и кишечнополостных (рис. 6, а).

Дальневосточная сардина, японский анчоус и мойва *Mallotus villosus* расположились с третьей по пятую позицию в верхних эшелонах численности: соответственно 6,84 млрд экз., 5,34 и 3,09 млрд экз. (рис. 6, а).

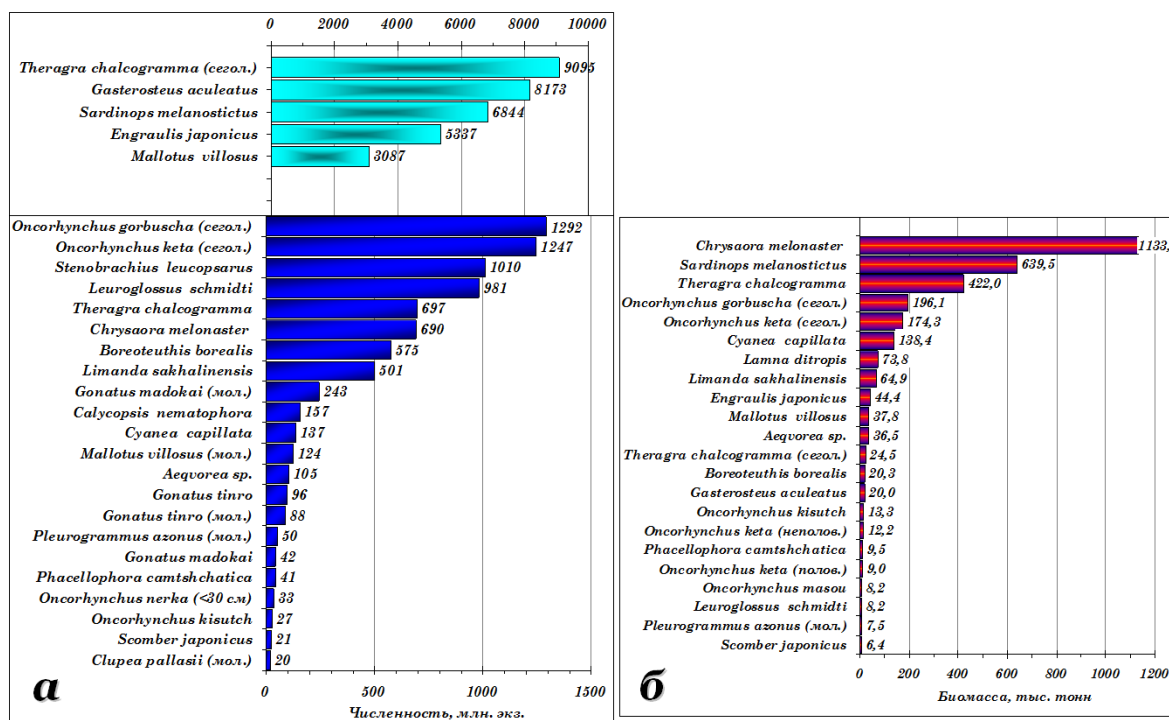


Рис. 6. Распределение массовых видов nekтона и макропланктона по учетной численности (а) и биомассе (б) в верхней эпипелагиали Охотского моря 03–28.10.2021 г.

Fig. 6. Distribution of abundance (a) and biomass (б) of the most numerous species of fish, squids and jellyfish of epipelagic layer of the Okhotsk Sea in the October 03–28, 2021

Численность посткатадромной молоди горбуши по результатам съемки была оценена в рекордные после учетов 2017 г. 1,292 млрд экз. (численность горбуши в 2017 г. — 2,75 млрд экз., в 2019 г. — 554,80 млн экз.). Еще одним представителем тихоокеанских лососей, численность которого превысила 1 млрд экз., оказались сеголетки кеты — 1,247 млрд экз. Интерзональные мигранты из мезопелагиали — светлоперый стенобрах *Stenobranchius leucopsarus* и серебрянка *Leuroglossus schmidti* с оценками численности 1,010 и 0,981 млрд экз. заняли следующие позиции верхних строчек списка наиболее многочисленных видов гидробионтов, учтенных осенью 2021 г. в Охотском море (рис. 6, а).

Таким образом, основу численности nekтона в осенний период в верхней эпипелагиали Охотского моря формировали мелкоразмерные минтай и колюшка, мигранты из субтропических вод, лососи и мезопелагические виды рыб.

Из прочих видов ихтионектона, численность которых по результатам съемки была оценена менее чем в 1 млрд экз., следует отметить взрослого минтая — 696,6 млн экз., сахалинскую камбалу *Limanda sakhalinensis* — 500,7 млн экз., молодь мойвы — 123,9 млн экз. Среди головоногих с оценкой 575,3 млн экз. выделялся представитель «ночных» уловов — северный кальмар, а у кишечнополостных — компасная хризаора — 690,0 млн экз. (рис. 6, а).

Максимальный уровень биомассы из всех учтенных гидробионтов в верхней эпипелагиали Охотского моря осенью 2021 г. показал дальневосточный космополит — сцифоидная медуза компасная хризаора — 1,133 млн т (рис. 6, б).

У рыб по уровню учетной съемкой биомассы тройку лидеров формировали дальневосточная сардина, минтай и сеголетки горбуши — соответственно 639,5 тыс. т, 422,0 и 196,1 тыс. т (рис. 6, б). У головоногих моллюсков максимальную биомассу показал северный кальмар — 20,3 тыс. т.

У кишечнополостных помимо компасной хризаоры были заметны цианея — 138,4 тыс. т — и представители гидроидных медуз рода *Aegvorea* — 36,5 тыс. т (рис. 6, б).

Характеризуя nekтонное сообщество верхней эпипелагиали Охотского моря осенью 2021 г., можно констатировать, что его базовый состав был сформирован дальневосточной сардиной (35,8 %), минтаем (25,0 %) и лососями (24,1 %) (рис. 7).

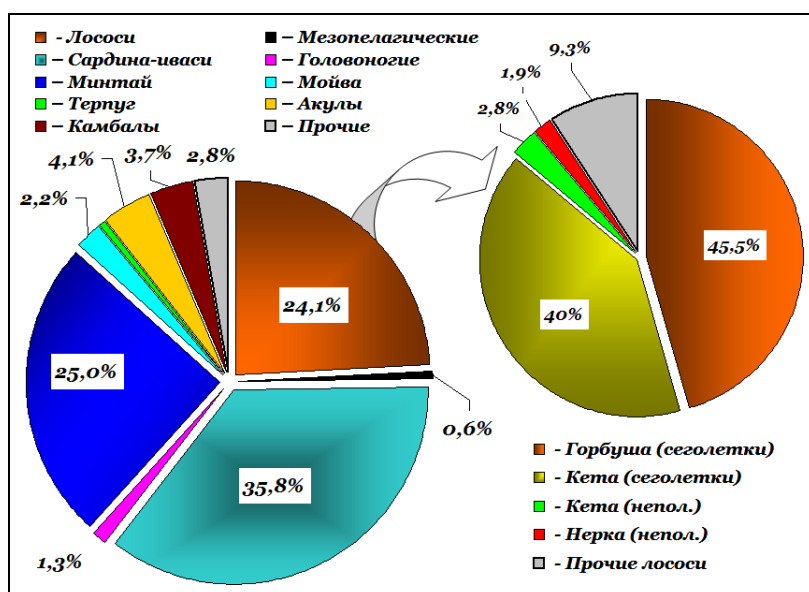


Рис. 7. Соотношение видов и групп nekтона в суммарной биомассе рыб и кальмаров (без кишечнополостных) в верхней эпипелагиали Охотского моря 03–28.10.2021 г.

Fig. 7. The ratio of the species and groups of the epipelagic nekton communities (without jellyfish) in the epipelagic layer of the Okhotsk Sea in the October 03–28, 2021

В пространственном отношении сардина и минтай выступали доминантами соответственно в южнокурильском и северо-западнокамчатском районах. Субдоминантами здесь были лососи. В центральных глубоководных районах моря повсеместно доминировали лососи, среди которых, безусловно, лидировали сеголетки горбуши и кеты.

Сеголеток кеты было немного меньше по сравнению с горбушей — 174,3 тыс. т (40%). Молоди неполовозрелой нагульной кеты осенью 20210 г. в пределах стандартных районов Охотского моря было учтено 12,2 тыс. т (2,8%), что несколько ниже оценок последних лет (от 20,1 тыс. т в 2020 г. до 52,6 тыс. т в 2018 г.). Сопоставимую биомассу в северо-восточных районах съемки имела и неполовозрелая нагульная молодь нерки — 8,1 тыс. т (1,9%).

Подводя предварительный итог краткой оценке сообществ nekтона и макропланктона южной и центральной частей Охотского моря, можно констатировать, что осенью 2021 г. в очередной раз был зарегистрирован высокий уровень учтенной численности отдельных представителей ихтиоценоза, временно населяющих верхний слой эпипелагиали этого региона. Основным же результатом осенней учетной съемки является оценка численности поколения охотоморской горбуши. Уровень в 1,2 млрд экз. (второй после рекордного 2017 г.) для нечетного поколения горбуши 2021 г. ската, равномерный характер ее распределения и высокие уловы посткатадромной горбуши в западной («сахалинской») части моря — уже зарегистрированный факт, требующий дальнейшего осмысления и детального анализа.

Из других видов тихоокеанских лососей следует отметить также рекордно высокую численность посткатадромной молоди кеты — 1,25 млрд экз., что существенно больше, чем в предыдущие годы. Так, в предыдущем 2020 г. на аналогичной акватории съемкой было учтено 586,9 млн экз. В 2018–2019 гг. оценки сеголеток кеты составили 477,0 и 453,0 млн экз., а в 2016 и 2017 гг. — соответственно 164,3 и 38,6 млн экз.

Сеголетки горбуши. Осенние траловые эпипелагические съемки в Охотском море имеют многолетнюю историю и регулярно (ежегодно) проводятся силами ТИНРО. Главная задача учетных работ — оценка численности поколений посткатадромных лососей (в первую очередь горбуши), вышедших в открытые воды Охотского моря из рек одноименного бассейна. Сроки начала этих исследований, как правило, приходятся на конец сентября — вторую декаду октября. К этому времени сеголетки горбуши из североохотоморского, западнокамчатского и восточносахалинского районов активно мигрируют в центральную и южную часть моря, где образуют смешанные скопления.

За многие годы осенних учетных работ в южной части Охотского моря картина распределения сеголеток двух наиболее массовых видов лососей — горбуши и кеты — в целом не претерпевала существенных изменений: основная масса сеголеток учитывалась в южной глубоководной котловине моря. В 1990-е гг. в отдельных районах южной части моря (перед проливами средней и южной части Курильской гряды) сеголетки часто образовывали плотные скопления численностью от 1,0 до 2,5–3,0 тыс. экз./час траление. По мере продвижения к северным районам уловы посткатадромной молодежи снижались вплоть до полного их отсутствия в уловах севернее 54° с.ш. Серия крупных (более 1000 экз./час траление) уловов, получаемых во время этих съемок на акваториях сравнительно небольшой площади (порядка 400 тыс. км²), обеспечивала практически ежегодно высокие оценки численности посткатадромной горбуши охотоморского бассейна.

Описанная выше картина распределения сеголеток горбуши была «типичной» и повторялась из года в год. Исключением стали съемки начиная со второго десятилетия 2000-х гг., когда в перераспределении сеголеток горбуши отчетливо прослеживался северный тренд, при этом на южных станциях и вдоль Курильской гряды они были немногочисленны или полностью отсутствовали. В этих условиях требовалось значительно расширять акваторию учета посткатадромной молодежи за счет северных районов, в результате площадь всех обследованных районов составляла от 647 до 898 тыс. км². Во время съемки 2021 г. северный тренд в миграциях сеголеток горбуши, а также и кеты в очередной раз был хорошо выражен.

В 2021 г. на проведение съемки в Охотском море было отведено 19 (НИС «Профессор Кагановский») и 23 (НИС «ТИНРО») суток рабочего времени (42 суток — два судна) в течение которых оба судна выполнили в сумме 95 эпипелагических тралений на акватории площадью 876,5 тыс. км².

В начале съемки, на разрезе, выполненном НИС «ТИНРО» вдоль линии Курильской гряды от Четвертого Курильского пролива до прол. Буссоль, сеголетки горбуши были отмечены только на двух станциях в центральной его части в количестве 1 и 182 экз./час траления. Напротив Четвертого Курильского пролива одно траление НИС «Профессор Кагановский» показало результат 44 экз./час траления (рис. 8).

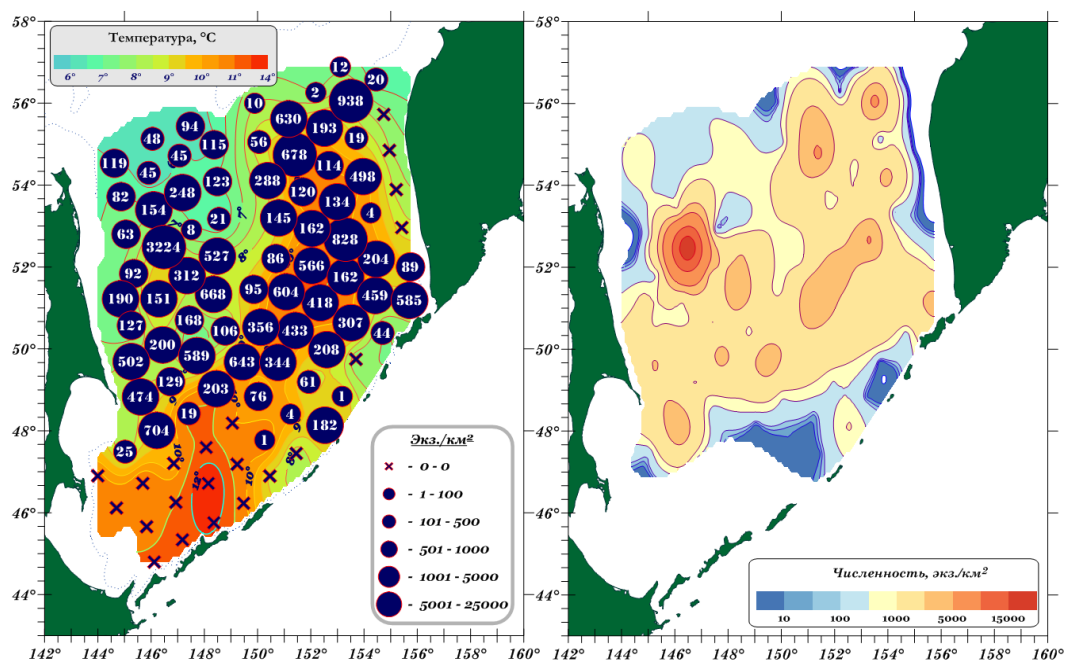


Рис. 8. Пространственное распределение уловов (слева, цифры — улов, экз./час траления) и численности, отнесенной на единицу обловленной площади (справа, экз./км²), сеголеток горбуши в верхней эпипелагиали Охотского моря 03–28.10.2021 г. Приведено распределение температуры воды на поверхности

Fig. 8. Spatial distribution of catches (left, number of fishes per hour) and spatial distribution of abundance (right, number of fishes per sq. km) of pink salmon juveniles at the epipelagic layer of the Okhotsk Sea in the October 03–28, 2021. Contour lines indicate SST

Разрез вдоль Курильских островов позволяет с определенной долей уверенности исключить факт активных миграций сеголеток горбуши и кеты в океан и, с другой стороны, определить количество подошедших в южную глубоководную котловину моря и к проливам средних и южных Курильских островов.

Западнее и южнее прол. Буссоль горбуша отсутствовала в уловах. Лишь севернее были получены первые уловы сеголеток горбуши от штучных до 168 экз./час траления (рис. 8).

В дальнейшем оба судна выполнили серию тралений в генеральном северо-восточном и северо-западном направлениях от центрального многоугольника нейтральных вод. В восточном секторе моря первые 5 тралений НИС «Профессор Кагановский» в северо-западном направлении показали уловы горбуши от 307 до 604 экз./час. стандартного траления (рис. 8).

Далее по мере продвижения в северо-восточном направлении в подавляющем большинстве тралений НИС «Профессор Кагановский» в уловах содержались сеголетки горбуши в количествах от нескольких десятков (19–89 экз.) до нескольких сотен — 114–938 экз./час траления. Максимальные уловы посткатадромной горбуши, полученные в северо-восточном секторе съемки, составили 678, 828 и 938 экз./час траления.

Осенью 2021 г., как и годом ранее, удалось охватить съемкой крайние северные районы вплоть до 57° с.ш. и обозначить северную границу распространения посткатадромной молоди горбуши. Полученные штучные (2, 10 и 12 экз.) уловы на этих станциях абсолютно надежно свидетельствуют в пользу утверждения о полном охвате (и соответственно — учете) съемкой скоплений горбуши в восточном, камчатском секторе.

Таким образом, по обозначенным уловам во второй половине октября в северо-восточном секторе полигона съемки обозначилось восточное ядро повышенной плотности посткатадромной горбуши, которое располагалось в пределах координат от 53° до 56° с.ш. (рис. 8).

В начале второй половины октября (14–20 октября) оба судна совместно выполняли траления южнее центрального многоугольника нейтральных вод Охотского моря. Здесь сеголетки горбуши облавливались в количествах, сопоставимых с уловами, полученными в восточном секторе моря — от 106–356 до 589–643 экз./час траления (рис. 8).

В западном секторе акватории съемки наиболее существенные уловы горбуши были получены 16–22 октября на траловых станциях выполненных на НИС «ТИНРО» в центральной части района 9 (вдоль границы центрального многоугольника нейтральных вод) и в юго-западном его секторе: соответственно 312–668 экз. и 502–704 экз./час траление.

В первом из упомянутых районов в координатах 52°30' с.ш. 146°30' в.д. улов посткатадромной молоди горбуши составил 3224 экз./час траления, что явилось рекордным результатом не только за съемку, но и за многолетнюю практику аналогичных учетных съемок в Охотском море (рис. 8). Исследования в западном секторе моря были завершены 24–26 октября разрезом вдоль побережья о. Сахалин. Здесь сеголетки горбуши отмечались в уловах в количествах до 63–190 экз./час траления на севере и 127–704 экз./час — южнее мыса Терпения. На одной из двух самых южных станций этого разреза, непосредственно на входе в зал. Терпения, при тралении на НИС «Профессор Кагановский» было поймано только 25 особей горбуши.

Таким образом, можно констатировать, что по величине уловов в западной части моря обозначилось еще одна область повышенной плотности посткатадромной молоди горбуши, центр которой был расположен восточнее, северо-восточнее зал. Терпения (рис. 8).

Завершающие траления съемки были выполнены на НИС «ТИНРО» в южной глубоководной котловине и южнокурильском районе моря 26–28 октября. Здесь сеголетки горбуши, как, впрочем, и большинства других видов тихоокеанских лососей, в уловах эпипелагических тралений отмечены не были. В пределах этих секторов выделялись несколько центров более высоких плотностей горбуши, которые достаточно хорошо прослеживались на схеме пространственного распределения уловов сеголеток горбуши, соотнесенных на единицу площади (рис. 8).

Как уже отмечалось, распределение горбуши в 2021 г. очередной раз соответствовало «северному» типу. В октябре верхний квазиоднородный слой оставался еще достаточно хорошо прогретым (от 6 °С на севере до 13 °С на юге), что позволяло сеголеткам горбуши после выхода за присваловые участки шельфа мигрировать в северном направлении в открытые районы моря.

Несмотря на имеющиеся различия в размерном составе посткатадромной горбуши, мигрировавшей от побережья разных регионов (горбуша «сахалинского», «североохотоморского», «камчатского» и других регионов происхождения), основу ее уловов формировала практически однородная по составу молодь с преобладающими средними размерами 22–27 см и массой 110–220 г, однако в пространственном распределении отдельных агрегаций горбуши были заметны определенные зависимости (рис. 9).

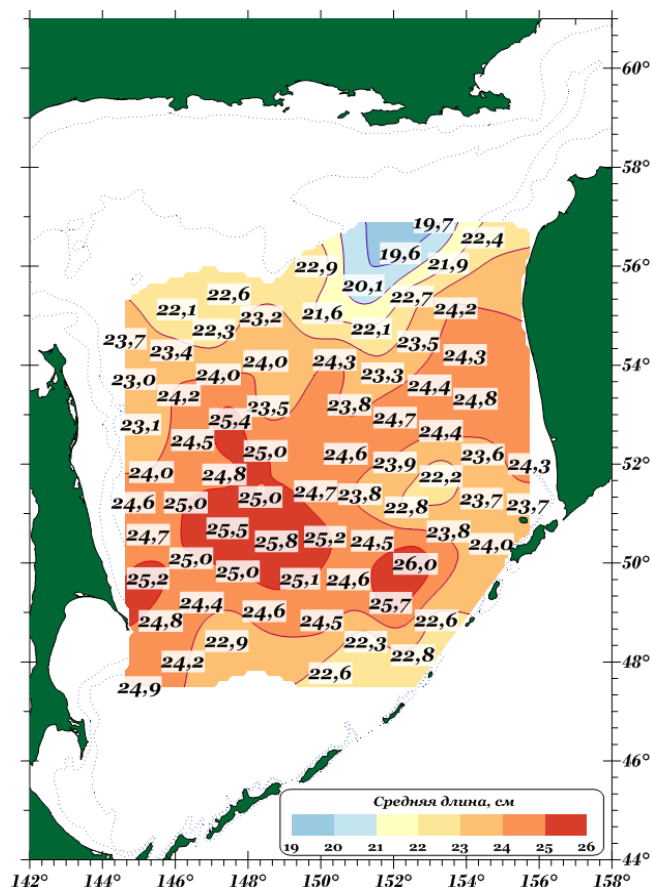


Рис. 9. Пространственное распределение средней длины сеголеток горбуши в верхней эпипелагиали Охотского моря 03–28.10.2021 г. Цифры — средняя длина

Fig. 9. Spatial distribution of average fork length of pink salmon juvenile at the epipelagic layer of the Okhotsk Sea in the October 03–28, 2021. Numbers — average fork length

Так, более крупная молодь горбуши облавливалась в центральной и южной части полигона съемки, здесь ее длина в среднем составляла 25,0–26,0 см, а масса — 186–211 г. Несколько меньшими были размерно-весовые показатели у горбуши, пойманной севернее: длина от 23,5 до 24,8 см и средняя масса — 57–172 г. В северных районах съемки концентрировались сеголетки горбуши со средней минимальной длиной от 19,6 до 23,7 см (рис. 9) и массой тела от 78 до 161 г.

По итогам осенней съемки 2021 г. суммарная численность сеголеток горбуши была оценена в 1,292 млрд экз., из которых 1,037 млрд экз. (80 %) было учтено в центральной части моря. Суммарная биомасса вида в верхней эпипелагиали южной части Охотского моря составила 196,1 тыс. т.

Сеголетки кеты. Осенью 2021 г. аналогично горбуше сеголетки кеты встречались повсеместно (встречаемость — 80 %) на обследованной акватории Охотского моря, за исключением самых южных станций и трех тралений в прикамчатских водах (рис. 10).

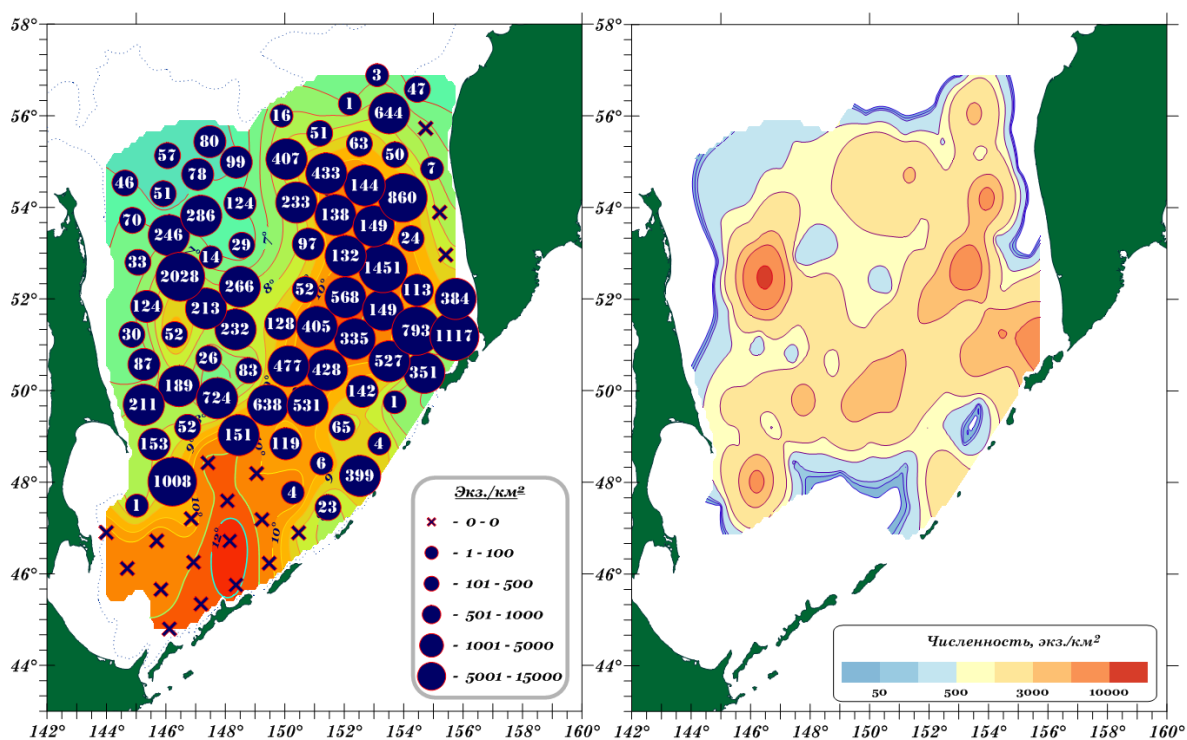


Рис. 10. Пространственное распределение уловов (слева, цифры — улов, экз./час траления) и численности, отнесенной на единицу обловленной площади (справа, экз./км²) сеголеток кеты в верхней эпипелагиали Охотского моря 03–28.10.2021 г.

Fig. 10. Spatial distribution of catches (**left**, number of fishes per hour) and spatial distribution of abundance (**right**, number of fishes per sq. km) of chum salmon juvenile at the epipelagic layer of the Okhotsk Sea in the October 03–28, 2021

В восточной части полигона работ результатом большинства тралений был вылов сеголеток кеты, который превышал 100 экз./час траления: от 113 до 568 экз./час траления. Уловы в несколько десятков (16–65 экз./час траления) и единичные особи (1–16 экз./час траления) были отмечены только на краевых северных и южных станциях восточного сектора моря (рис. 10). В водах западной Камчатки были получены и первые максимальные уловы посткатадромной молоди кеты: от 793–860 экз./час траления до первых двух уловов, превысивших 1000 экз. — 1117 и 1451 экз./час траления.

В западном секторе съемки кета облавливалась преимущественно в количествах от нескольких десятков (14–99 экз.) до первых сотен — 124–286 экз./час траления.

Три траления показали более весомый результат: 638, 724 и 1008 экз./час траления. Максимальный улов посткатадромной кеты (2028 экз.) был зарегистрирован здесь же в одном тралении с максимальным выловом сеголеток горбуши (см. рис. 8, 10).

Как следует из идентичного количественного распределения сеголеток горбуши и кеты, оба вида не спешили покидать более северные районы моря и образовывали на момент съемки плотные концентрации в его центральной части. В южной глубоководной котловине, прилегающей к южнокурильскому району, как в начале съемки, так и на момент ее окончания сеголетки горбуши и кеты отсутствовали.

Области повышенных концентраций посткатадромной кеты (как и сеголеток горбуши) хорошо выделялись на полигоне распределения ее численности, соотнесенной на единицу площади (рис. 10). В связи со значительным перемещиванием в осенний период представителей различных стад кеты, за счет различий в сроках отхода из прибрежных районов ее сезонных форм, размеры и масса сеголеток в мелководных районах и открытых водах существенно различались. В центральной глубоководной части моря сеголетки кеты были существенно крупнее нежели в западной и северо-восточной частях полигона съемки: 24,3–25,4 см против 20,0–22,3 см и 171–189 г против 83–141 г (рис. 11).

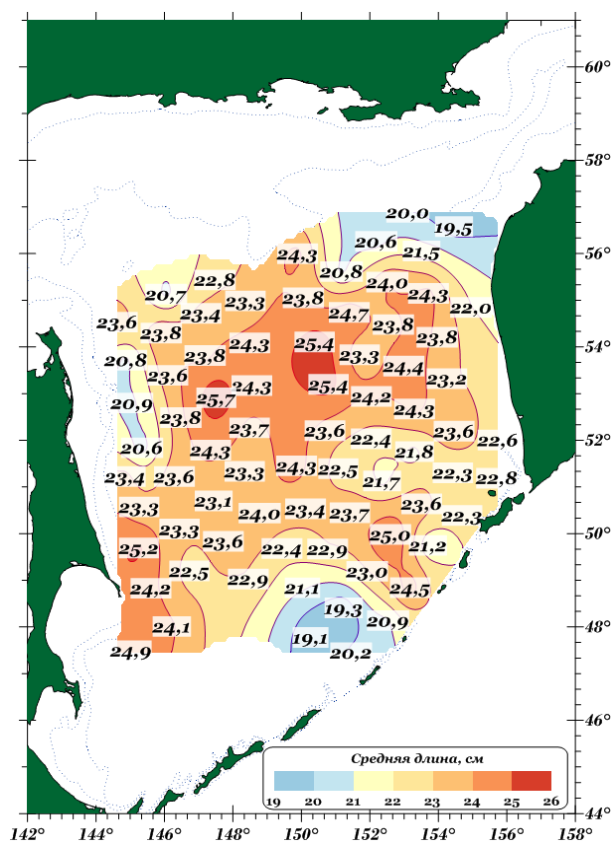


Рис. 11. Пространственное распределение средней длины сеголеток кеты в верхней эпипелагиали Охотского моря 03–28.10.2021 г. Цифры — средняя длина

Fig. 11. Spatial distribution of average fork length of chum salmon juvenile at the epipelagic layer of the Okhotsk Sea in the October 03–28, 2021. Numbers — average fork length

Такое распределение средних размерно-весовых показателей, как и для горбуши, вероятно, можно объяснить преобладанием в определенных районах съемки рыб различного регионального происхождения.

Размерный ряд сеголеток кеты в октябре 2020 г. формировали рыбы с длиной тела от 12,0 до 33,0 см. Средняя длина сеголеток в различных районах варьировала от 20,8 до 23,2 см (средняя масса — от 91 до 150 г), при среднем показателе длины во всех районах 23,1 см и массы — 144 г. Модальную группу слагали особи с длиной тела от 21 до 28 см, формировавшие основу учтенной численности и биомассы — соответственно 94 и 93 %. Особей крупнее 30 см за съемку было поймано 100 экз.

По результатам съемки численность и биомасса посткатадромной молоди кеты осенью 2021 г. были оценены в 1,247 млрд экз. и 174,3 тыс. т.

Данная оценка оказалась самой высокой среди оценок 2014–2020 гг., когда уровень учтенной аналогичными съемками численности и биомассы посткатадромной молоди кеты составлял соответственно от 326,8 до 586,9 (2020 г.) млн экз. и 51,5–83,3 тыс. т.

**СОСТАВ СООБЩЕСТВ НЕКТОНА И МАКРОПЛАНКТОНА
И РЕЗУЛЬТАТЫ ТРАЛОВОГО УЧЕТА ПРЕДАНАДРОМНОЙ ГОРБУШИ
(*ONCORHYNCHUS GORBUSCHA*) В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ
ТИХОГО ОКЕАНА ЛЕТОМ 2021 Г.**

А.Н. Старовойтов, Е.В. Грицай, Д.Н. Чульчечков*

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

Аннотация. В результате траловой съемки, выполненной в тихоокеанских водах Курильских островов в пределах ИЭЗ РФ и конвекционном районе СЗТО за пределами внешней границы ИЭЗ РФ, определены численность и биомасса всех представителей нектона и макропланктона. Выявлены особенности пространственного распределения массовых представителей пелагического нектона и медуз. По данным летней съемки верхней эпипелагиали СЗТО учтены численность и биомасса тихоокеанских лососей в период их преданадромных миграций к рекам охотоморского бассейна и описаны основные скопления производителей горбуши. Получены новые данные о пространственном распределении, плотности, биологическом состоянии, численности и биомассе тихоокеанских лососей и других массовых видов рыб в летний период 2021 г. в СЗТО. Уровень учетной численности производителей горбуши в 2021 г., как и 3 годами ранее, дает все основания для краткосрочного прогноза соответствующего по уровню подходов еще одного исторически максимального вылова горбуши в бассейне Охотского моря при должной организации промысла.

Ключевые слова: Охотское море, СЗТО, горбуша, кета, нерка, чавыча, тихоокеанские лососи, миграции, численность, биомасса, распределение, температура, динамика вод

Для цитирования: Старовойтов А.Н., Грицай Е.В., Чульчечков Д.Н. Состав сообществ нектона и макропланктона и результаты тралового учета преданадромной горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) в северо-западной части Тихого океана летом 2021 г. // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2022. — С. 66–74. DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-66-74.

**Composition of nekton and jellyfishes communities and the results of trawl survey
for estimation of abundance of pre-anadromous migrations pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*)
in the north-western Pacific Ocean in summer 2021**

Alexander N. Starovoitov*, Elena V. Gritsay, Denis N. Chulchekov*****

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

* Ph.D., chief specialist, sansea@inbox.ru

** Ph.D., leading researcher, elena.gritsay@tinro-center.ru

*** leading specialist, denis.chulchekov@tinro-center.ru

Abstract. As a result, of a trawl survey performed in the Pacific waters of the Kuril Islands within the EEZ of the Russian Federation and outside the external border of the EEZ of the Russian Federation, the abundance and biomass of all representatives of nekton and macroplankton were determined. Peculiarities of the spatial distribution of massive representatives of pelagic nekton and jellyfish were revealed. According to the summer survey of the upper epipelagic layer of the Pacific waters, the abundance and biomass of Pacific salmon during their pre-anadromous migrations to the rivers of the Okhotsk Sea basin were taken into account and the main concentrations of mature pink salmon were outlined. During the survey, data on the biological state of salmon in mixed clusters were obtained and preliminary spatial differentiation of the early and late pink salmon stock belonging to different regions of the Okhotsk Sea was performed.

Keywords: Okhotsk Sea, NWTO, pink salmon, chum salmon, sockeye salmon, chinook salmon, Pacific salmon, migrations, abundance, biomass, distribution, temperature, water dynamics

* Старовойтов Александр Николаевич, кандидат биологических наук, главный специалист, sansea@inbox.ru, ORCID 0000-0001-5617-776X; Грицай Елена Валентиновна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, elena.gritsay@tinro-center.ru; Чульчечков Денис Николаевич, ведущий специалист, denis.chulchekov@tinro-center.ru.

© Старовойтов А.Н., Грицай Е.В., Чульчечков Д.Н., 2022

For citation: Starovoitov A.N., Gricaii E.V., Chulchekov D.N. Composition of nekton and jellyfishes communities and the results of trawl survey for estimation of abundance of pre-anadromous migrations pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*), in *Byull. N 16 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 16 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2022, pp. 66–74. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-66-74.

Комплексная траловая съемка эпипелагиали тихоокеанских вод Курильских островов в пределах ИЭЗ РФ и вод СЗТО за пределами экономической зоны РФ была выполнена на НИС «ТИНРО» 01.06–18.07.2021 г. Из многих задач экспедиции приоритетной являлась оценка концентраций тихоокеанских лососей (в первую очередь — горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* охотоморских стад), оконтуривание и количественный учет их численности и биомассы, а также других представителей нектона и макропланктона в указанных районах. В течение 15 календарных дней была обследована эпипелагиаль тихоокеанских вод Курильских островов в пределах ИЭЗ РФ. Далее с 17 июня по 18 июля съемка была продолжена в водах северо-западной части Тихого океана за пределами ИЭЗ РФ. В итоге в пределах 200-мильной зоны было выполнено 40 эпипелагических тралений. В тихоокеанских водах за пределами ИЭЗ РФ проведено 77 постановок и выборок трала и аналогичное количество гидрологических и планктонных станций.

Суммарная площадь обследованной акватории съемки составила 1,7 млн км², из которых более половины (960 тыс. км²) — за границей 200-мильной экономической зоны РФ. В ходе исследований было выполнено 117 тралений в поверхностном горизонте, что позволило получить информацию о количественном распределении лососей, а также о составе сообществ нектона и макропланктона верхней эпипелагиали СЗТО в период ранних преднерестовых и нагульных миграций тихоокеанских лососей.

По итогам траловой съемки в июне-июле 2021 г. в верхней эпипелагиали обследованной акватории СЗТО учтено 6,57 млн т нектона и кишечнополостных. Численность представителей всех групп гидробионтов, отмеченных в уловах, составила 187,3 млрд экз.

Для сравнения: во время съемки, выполненной годом ранее (2020 г.), на существенно меньшей площади было учтено 7,28 млн т и 186,2 млрд экз. Оценки, полученные в 2019 г., составили 22,1 млрд экз. и 2,27 млн т всех гидробионтов на площади 1,09 млн км². В мае-июле 2018 г. учтенные численность и биомасса нектона и медуз в верхней эпипелагиали обследованных районов Тихого океана составили 329,7 млрд экз. и 10,03 млн т. В 2017 г. было учтено соответственно 248,2 млрд экз. и 10,18 млн т гидробионтов, а в июне-июле 2016 г. (1097 тыс. км²) — 3,1 млн т и 64,2 млрд экз.

Более 2/3 учтенной биомассы гидробионтов (5,72 млн т, или 87 %) пришлись на ихтионектон. Доли головоногих моллюсков и медуз соответственно составили 3,0 % (197,7 тыс. т) и 9,8 % (644,0 тыс. т) от суммарной биомассы гидробионтов.

Суммарные доли по численности выглядели несколько иначе, однако и здесь превалировала рыбная составляющая — 172,9 млрд экз. (92,3 %). Кальмары и медузы с оценками численности в 12,35 млрд экз. (6,6 %) и 2,097 млрд экз. (1,2 %) заняли соответственно второе и третье место.

Как и предыдущие 5 лет наблюдений, уже традиционно основу численности ихтионектона в раннелетний период в СЗТО формировали интерзональные мезопелагические виды и мигранты из субтропических вод (рис. 1, а).

Среди мезопелагических рыб по численности выделялись представители двух семейств — светящиеся анчоусы *Mystophidae* и малоротковые *Microstomatidae*, численность которых в сумме составила 115,51 млрд экз. (62 % от численности всех гидробионтов) при биомассе 3,36 млн т. Из 9 представителей миктофид в южных глубоководных районах съемки по этим показателям абсолютно доминировал японский нотоскопел *Notoscopelus japonicus*, численность которого только в одном биостатистическом районе 10 была оценена в 61,4 млрд экз., а биомасса в 1,5 млн т. Итоговая же численность нотоскопела по результатам съемки составила 87,3 млрд экз. (46,6 % от суммы всех учтенных гидробионтов) при биомассе 2,0 млн т (рис. 1). Второй представитель этого семейства — символофор *Symbolophorus californiense* — также показал высокую численность в южной части района 13, где было учтено 16,1 млрд экз. этого вида (рис. 1, а).

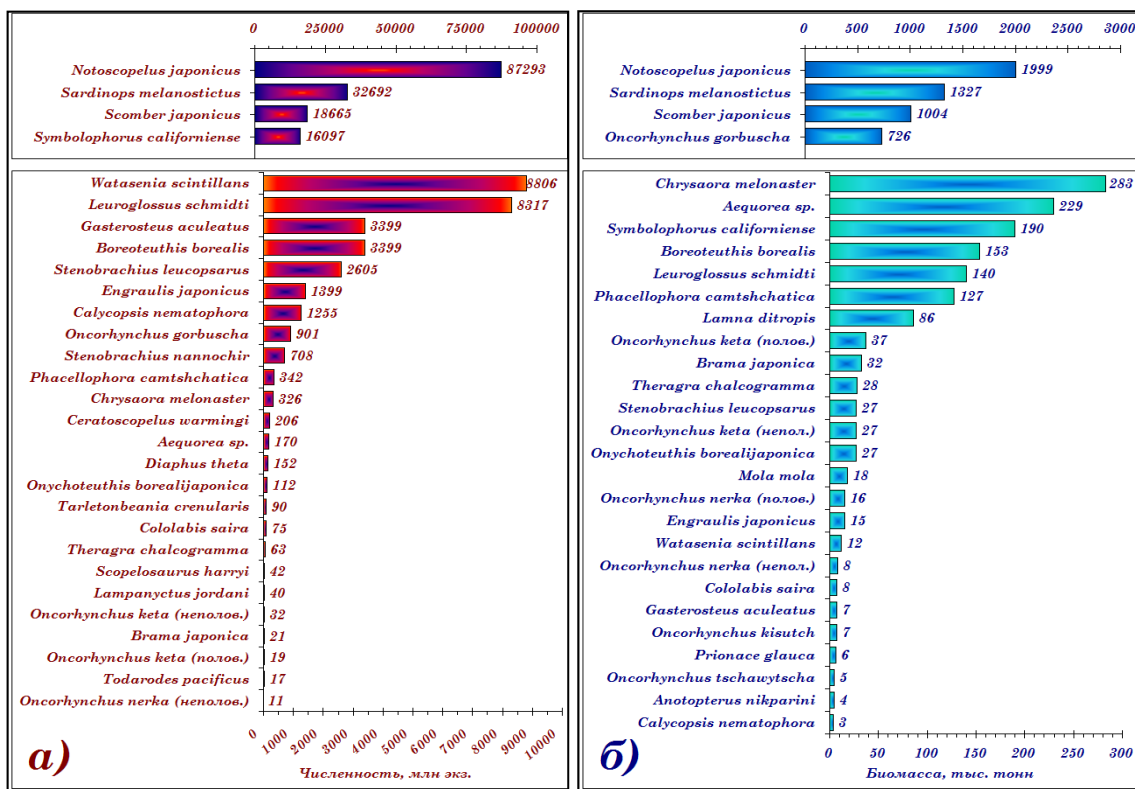


Рис. 1. Распределение массовых видов nekтона по учетной численности (а) и биомассе (б) 01.06–18.07.2021 г. Ряды разделены на две панели с масштабом шкалы в отношении 1 : 10

Fig. 1. Distribution of abundance (а) and biomass (б) of the most numerous species of fish and squids in the Pacific waters of the Kuril Islands June 1 — July 18, 2021. The rows is divided into two panels with a scale of 1 : 10

Существенно ниже на фоне численности этих видов оказались цифры численности прочих массовых здесь миктофид — светлоперого стенобраха *Stenobranchius leucopsarus* и диафа *Diaphus theta*, которых было учтено соответственно 2,61 млрд экз. и 152 млн экз.

На фоне миктофид заметной оказалась только численность серебрянки *Leuroglossus schmidti* — 8,32 млрд экз., или 4,4 % от численности nekтона и медуз (рис. 1, а). Биомасса этого вида была оценена в 140,2 тыс. т (рис. 1, б).

В очередной раз летом 2021 г. в южных и юго-восточных районах съемки были обнаружены плотные скопления скумбрии *Scomber japonicus* и дальневосточной сардины *Sardinops melanostictus*. В сумме здесь было учтено 32,7 млрд экз. (биомасса — 1,33 млн т) иваси и 18,7 млрд экз. (биомасса — 1,0 млн т) скумбрии (рис. 1).

Тихоокеанских лососей во всех районах съемки было учтено 980,4 млн экз., из которых 92 %, или 901 млн экз., пришлось на долю горбуши, а суммарная биомасса лососей составила 825,6 тыс. т (горбуша — 725,7 тыс. т).

Среди головоногих моллюсков традиционно высокую численность и биомассу во время съемки имел северный кальмар *Boreoteuthis borealis*, молоди и взрослых особей которого было учтено в сумме 3,4 млрд экз. и 153,2 тыс. т. Однако по первому показателю — численности — этот вид летом 2021 г. уступил позицию массовому в южных районах также интерзональному виду — кальмару-светлячку *Watasenia scintillans*, численность которого за пределами ИЭЗ РФ составила 8,81 млрд экз., а биомасса — 11,6 тыс. т.

Несмотря на повсеместную встречаемость и занимаемые по этому показателю первые позиции среди прочих гидробионтов, учтенных съемкой, сцифоидные и гидроидные медузы не выделялись высокой численностью: из 2,1 млрд экз. кишечнорастных более половины пришлось на мелкокоразмерных гидроидных медуз *Calycopsis nematophora* — 1,26 млрд экз. (рис. 1, а).

По биомассе у кишечнорастворимых в тихоокеанских районах выделялись два вида космополита: компасная хризора *Chrysaora melonaster* — 282,9 тыс. т и группа медуз рода *Aequorea* (229,3 тыс. т). Биомасса еще одного массового в СЗТО вида медуз — камчатской фацеллофоры *Phacellophora camtschatica* — была оценена в 127,0 тыс. т (рис. 1, б).

В итоге результаты учета нектона (без медуз) в раннелетний период 2021 г. в СЗТО можно резюмировать в формате соотношения их основных групп и отдельных видов в суммарной оценке биомассы рыб и головоногих моллюсков следующим образом: первое место занимали мезопелагические виды — 2,36 млн т, или 41,2 % (долю которых, впрочем, можно заменить только одним видом — нотоскопелом (2,0 млн т, или 35,0 %), второе место — два вида субтропической и умеренной бореальной фауны — дальневосточная сардина и японская скумбрия с оценками 1,33 млн т и 1,0 млн т, или в сумме двух видов — 40,7 % от биомассы всех видов ихтио- и тейтоцена, третье — лососи (825,6 тыс. т, или 14,4 %) и последнее с оценкой 197,7 тыс. т, или 3,6 %, — головоногие моллюски.

Для анализа межгодовой динамики плотностей видов и групп нектона (биомасса на единицу площади) использовались данные аналогичных траловых съемок за период с 2009 г., дополненные данными 2021 г. (рис. 2).

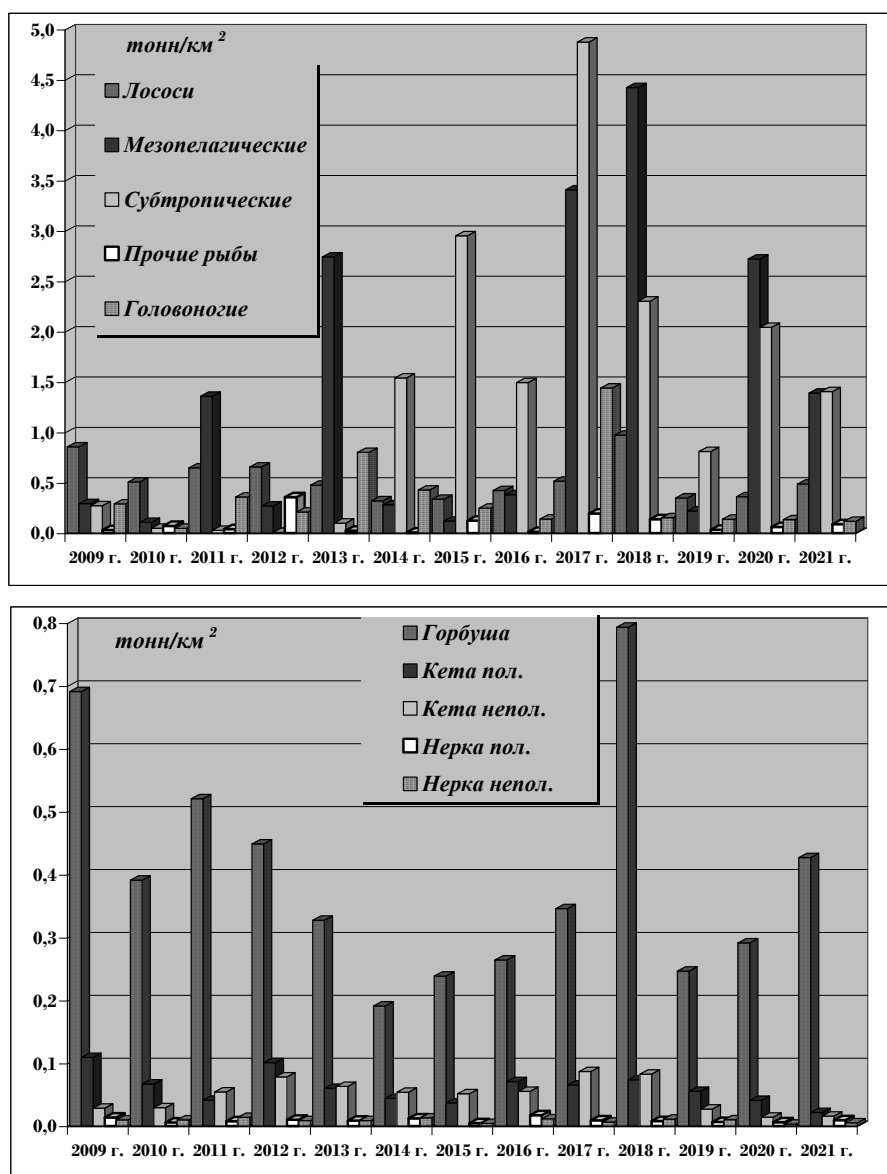


Рис. 2. Плотность (т/км²) распределения групп нектона (**вверху**) и наиболее массовых видов лососей (**внизу**) в верхней эпипелагиали северо-западной части Тихого океана по данным летних съемок 2009–2021 гг.

Fig. 2. The density (tonnes per square kilometer) distribution of nekton groups (**top**) and the most abundant salmon species (**bottom**) in the upper epipelagic layer of the northwestern Pacific Ocean according to summer survey data 2009–2021

У горбуши на протяжении последних лет показатель плотности был относительно стабилен, редко превышая границы 0,2–0,4 т/км² (максимальные значения, отмеченные в 2009, 2011 и 2018 гг., составили соответственно 0,69 т/км², 0,52 и 0,79 т/км²) По результатам съемки 2021 г. биомасса вида на единицу площади, оказалась на уровне 2011 г. и существенно выше значения, полученного в предыдущий нечетный 2019 г. — 0,25 т/км² (рис. 2).

Данный показатель (плотность) зависит от площади, охваченной съемкой, и помимо этого следует иметь в виду динамику обилия четных и нечетных поколений охотоморской горбуши. Тем не менее даже при сопоставлении абсолютных оценок обилия этого вида по аналогичным текущему нечетным годам учтенная в 2021 г. биомасса горбуши оказалась существенно ниже уровня средней многолетней для линии четных лет.

По результатам охотоморской осенней траловой съемки 2020 г. суммарная численность сеголеток горбуши была оценена в 2,01 млрд экз. Учтенный уровень численности сеголеток горбуши оказался одним из самых высоких за весь период комплексных исследований по учету откочевывающей посткатадромной молодежи. Исходя из этих оценок обилия сеголеток горбуши, вышедших в открытые морские и далее в океанические районы на нагул, следует вывод и о соответствующем высоком уровне возврата производителей горбуши в бассейн Охотского моря при условии благоприятной зимовки в океане в 2021 г. Ожидания, как показала летняя съемка 2021 г., выполненная на НИС «ТИНРО» в СЗТО, оказались оправданными. По данным траловой съемки суммарная численность преданадромной горбуши на акватории 1,7 млн км² составила 901 млн экз. при биомассе 726 тыс. т.

Методика выполнения съемки в 2021 г. не отступила от стандартов предыдущих лет, вследствие этого группы следующих друг за другом тралений можно рассматривать как единовременные разрезы, которые были ориентированы с юго-запада на северо-восток и в меридиональном направлении — от островов Курильской гряды на восток.

Как видно на рис. 3, горбуша начала встречаться (6 экз./час траления) в уловах с первого траления, выполненного восточнее о. Шикотан и далее, уловы ее на станциях первого разреза съемки, восточнее линии Курильских островов, не были менее 14–18 экз., а на 6 из 11 станций превысили 100 экз. (от 113 до 310 экз.) за стандартное часовое траление.

На траловых станциях второго и третьего разрезов, которые были выполнены в пределах ИЭЗ РФ последовательно в направлении север–юг–север, горбуша показывала повсеместное присутствие в уловах в количествах, в большинстве случаев превышавших 50 экз./час траления (рис. 3). Только три траления показали результат 16, 17 и 29 экз. Здесь же были отмечены и два максимальные за съемку улова преднерестовой горбуши, превысившие 400 экз. — 405 и 431 экз./час траления (рис. 3).

На четвертом и пятом разрезах, которые выполнялись дискретно, первый в направлении северо-восток — юго-запад, а второй — в обратном северо-восточном направлении, единичные особи преданадромной горбуши и ее полное отсутствие впервые за съемку были отмечены на южных краевых станциях этих разрезов.

В дальнейшем все траления севернее 44 параллели показывали повсеместное присутствие горбуши от единичных особей до 138–182 экз./час траления. Юго-западнее отмеченной границы горбуша в траловых уловах не отмечалась. Таким образом, вплоть до самых северных и восточных станций краевых разрезов съемки горбуша отмечалась в уловах не штучно, а южные станции всех разрезов, выполненных за пределами экономической зоны, показывали ее полное отсутствие (рис. 3).

Обобщая картину пространственного распределения преданадромной горбуши, можно констатировать, что в июне-июле 2021 г. область ее повышенной плотности была сформирована крупными уловами в пределах первого — четвертого разрезов.

По величине уловов на краевых северных станциях разрезов съемки и на последнем ее восточном разрезе можно констатировать, что если восточнее и северо-восточнее них горбуша и присутствовала, то в количествах, значительно уступающих уловам, полученным западнее. Относительно крупные уловы горбуши на краевых северных и восточных станциях последних разрезов, на наш

взгляд, являются последним эшелонем хода преднерестовой западнокамчатской и североохотоморской горбуши. В пользу этого свидетельствуют биологические показатели горбуши, которая облавливалась здесь: высокая зрелость гонад, соотношение полов, близкое к равному либо преобладание самок — характерные признаки арьергардной части хода.

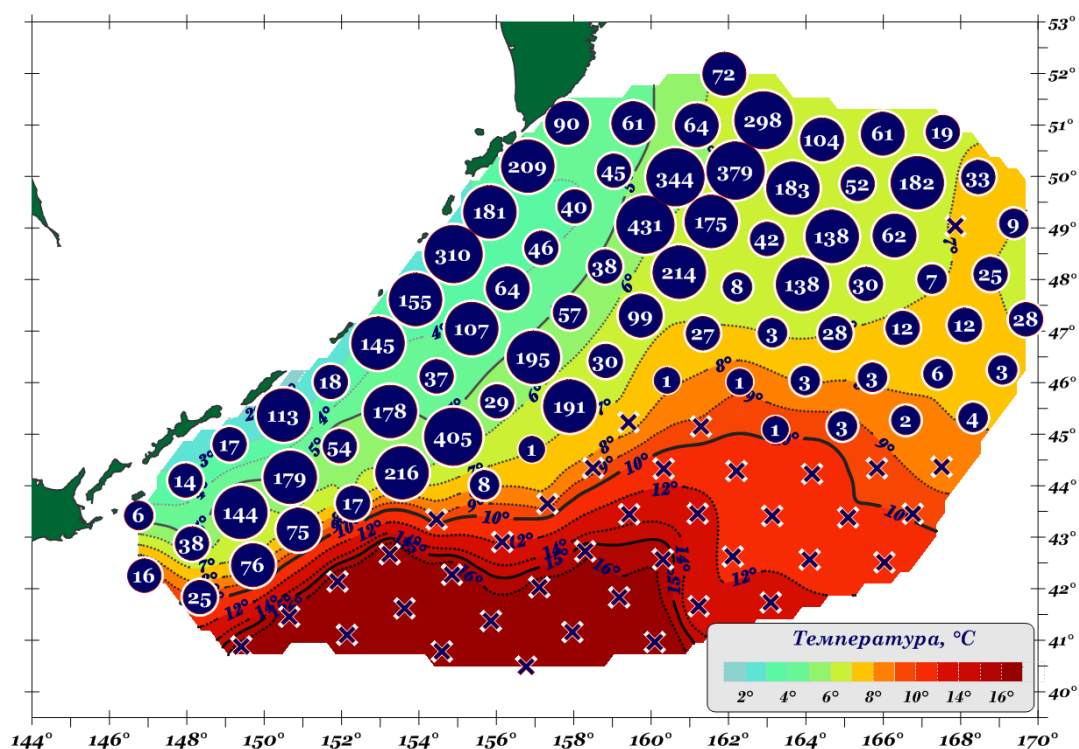


Рис. 3. Пространственное распределение уловов горбуши в верхней эпипелагиали северо-западной части Тихого океана 01.06–18.07.2021 г. Цифры в кружках — улов, экз./час траления. Приведена температура воды на поверхности

Fig. 3. Spatial distribution of catches of pink salmon (number of fishes per hour) in the upper epipelagic layer of the North-Western Pacific Ocean June 1 — July 18, 2021. Numbers — catch un inds. per hour of trawling. Contour lines indicate SST

Таким образом, можно предполагать, что при полученной высокой оценке подходов горбуши недоучет ее численности может иметь порядок первой сотни тысяч экземпляров. Левый фланг мигрирующей горбуши во время летней съемки 2021 г. (как это наблюдалось и в предшествующие годы наблюдений) был ограничен водами субарктического фронта, занимавшими южный сектор полигона работ в пределах 200-мильной зоны и распространявшихся на северо-восток вплоть до 44° с.ш.

По результатам всей съемки соотношение полов было с небольшим перевесом в сторону самок — 54 % против 46 % самцов. Пространственное распределение доли самок и самцов горбуши на обследованной акватории было типичным для периода эшелонированного хода преданадромной горбуши в ранний летний период и соответствовало схемам предыдущих аналогичных лососевых съемок. Традиционно на первых разрезах съемки доминировали самцы, у границы 200-мильной зоны соотношение полов сместилось в сторону равенства, а на последних океанских разрезах на большей части акватории преобладали самки.

В распределении средней длины и массы тела преданадромной горбуши на акватории съемки прослеживалась определенная пространственная зависимость: в целом более крупная рыба облавливалась на северных и восточных станциях съемки, а в центральной части первого-четвертого разрезов размеры горбуши были несколько меньше, а масса — меньше (рис. 4).

Таким образом, в зональном распределении средних размерно-весовых показателей горбуши прослеживался тренд на увеличение длины и массы преданадромной горбуши от западных к северо-восточным (восточным) районам съемки.

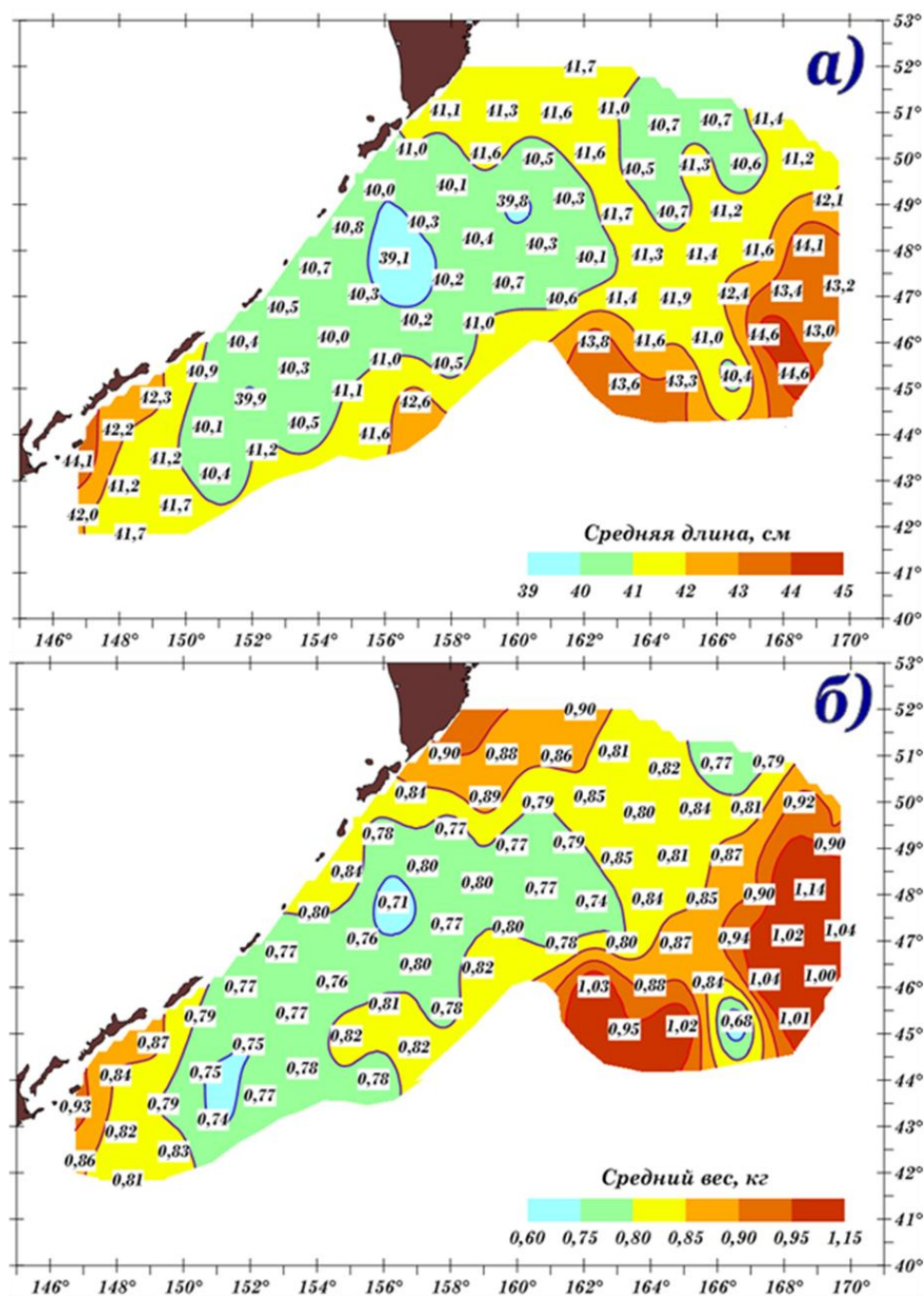


Рис. 4. Пространственное распределение средней длины (а) и массы (б) горбуши 01.06–09.07.2020 г. Цифры — средняя длина и масса

Fig. 4. Spatial distribution of average fork length (a) and average body weight (б) of pink salmon in the North-Western Pacific Ocean at June 1 — July 9, 2020. Numbers — average fork length and average body weight

На станциях южной трети акватории съемки облавливалась горбуша, длина тела которой чаще в среднем составляла от 40,1 до 42,3 см (рис. 4, а), а масса тела — от 0,74 до 0,87 кг (рис. 4, б). В центральных районах преобладала горбуша длиной 40,2–41,0 см и массой до 0,82 кг. На восточных же станциях доминировали производители, средняя длина которых редко была менее 42 см (42,1–44,6 см), а средняя масса — 0,90–1,04 кг (рис. 4, б).

По данным биологического анализа 5117 экз. горбуши ее средняя длина составила 40,8 см, а средняя масса не превысила 1 кг — 0,810 кг. Для сравнения: в 2016 г. средняя навеска горбуши составляла 0,933 кг, в 2017 г. — 0,979, в 2018 г. — 0,842, в 2019 г. — 0,946, а в 2020 г. — 0,936 кг. Как видно из приведенных данных, столь низкая масса преданадромной горбуши за последние 5 лет была отмечена лишь единожды — в год ее рекордных подходов, в 2018 г.

Характерная особенность увеличения значений индекса зрелости (ГСИ) горбуши обоих полов от южных к северным станциям также проявилась и во время летней съемки 2021 г.

Так, у самцов в пределах южной части съемки средний ГСИ изменялся от 0,8 до 1,0 %, в центральных районах съемки — от 1,1 до 1,5 %, а на северных, северо-восточных станциях — от 1,7 до 3,7 % (максимальный ГСИ — 4,6 %). У самок этот же показатель составил соответственно 2,6–3,3 %, 3,5–4,1 и 4,7–7,2 % (максимальный ГСИ — 8,0 %) на южных, центральных и северных районах (рис. 5).

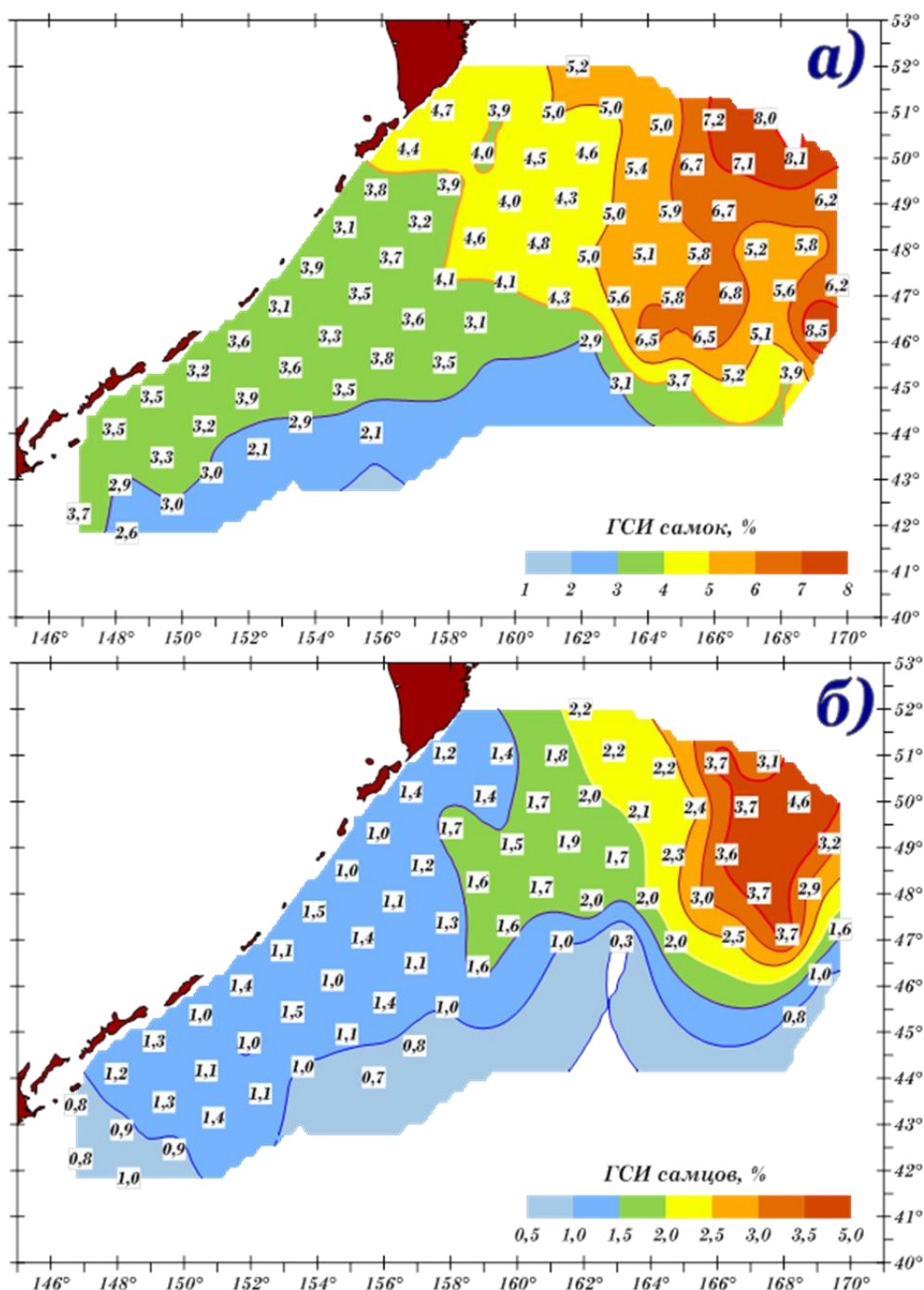


Рис. 5. Пространственное распределение средних значений гонадосоматического индекса (ГСИ) самок (а) и самцов (б) горбуши 01.06–18.07.2021 г. Цифры — средний ГСИ

Fig. 5. Spatial distribution of average gonado-somatic index (GSI) of pink salmon females (a) and males (b) in the North-Western Pacific Ocean at June 1 — July 18, 2021. Numbers — average GSI

В меридианальном направлении распределение зрелости производителей горбуши имело следующие особенности: в северной части съемки у рыб обоих полов существенно более зрелая рыба

отмечалась на крайних восточных разрезах съемки, а западнее, на втором-четвертом разрезах, индексы зрелости гонад и самок, и самцов были в среднем ниже (рис. 5).

На восточной периферии разрезов, выполненных в открытых водах, индекс зрелости самцов варьировал от 2,1 до 3,2 %, а у самок преобладали особи со средним значением ГСИ в пределах от 5,4 до 6,7 % и выше (рис. 5).

На основании приведенных выше данных по биологическим показателям преданадромной горбуши в первом приближении можно сделать определенные выводы о региональной принадлежности отдельных особей и их агрегаций. Так, очевидно, что в северных районах присутствовала главным образом более зрелая горбуша раннего нереста, в южных районах, напротив, — менее зрелая, позднего осеннего.

Ранее ежегодно при разделении горбуши на группы позднего (или «осенней») и раннего нереста (или «летней») использовали разбивку по индексу зрелости гонад отдельно самок и самцов.

В 2021 г. по частотному распределению индекса зрелости самок и самцов горбуши также были выделены граничные значения (экстремумы), которые оказались близки к значениям, полученным по характеру пространственного распределения биологических показателей горбуши. Для самок границей принято значение ГСИ до 4 %, а для самцов — до 1 %. Полученные данные показывают, что в период съемки НИС «ТИНРО» в СЗТО количественное соотношение производителей горбуши более раннего нереста (северных регионов) и более позднего нереста (преобладают южные регионы) было в пользу первых — 61 % против 39 % у рыб поздней формы, или 550,1 млн экз. против 351,3 млн экз.

АНАЛИЗ ПРОМЫСЛОВОЙ НАГРУЗКИ НА ПОПУЛЯЦИЮ ОСЕННЕЙ КЕТЫ РЕКИ АМУР В 2021 Г.

Д.С. Диденко, Е.В. Подорожнюк*

Хабаровский филиал ВНИРО (ХабаровскНИРО),
680038, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а

Аннотация. Построена математическая модель, отражающая зависимость распределения осенней кеты по нерестовым притокам бассейна р. Амур от промысловой нагрузки на путях протяженной анадромной миграции.

Ключевые слова: осенняя кета, тихоокеанские лососи, распределение промысловой нагрузки, река Амур, математическое моделирование

Для цитирования: Диденко Д.С., Подорожнюк Е.В. Анализ промысловой нагрузки на популяцию осенней кеты реки Амур в 2021 г. // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2022. — С. 75–78. DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-75-78.

Analysis of the commercial load on the autumn chum salmon population Amur Rivers in 2021

Dmitry S. Didenko*, Elena V. Podorozhnyuk**

*, ** Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), 13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia

* senior specialist, didenko@khabarovsk.vniro.ru

** head of laboratory, podorozhnyuk-tinro@yandex.ru

Abstract. In this paper, a mathematical model is constructed that reflects the dependence of the distribution of autumn chum salmon along the spawning tributaries stream of the Amur River from fishing on the tracks of an extended anadromous migration.

Keywords: autumn chum salmon, pacific salmon, distribution of fishing, Amur River, mathematical modeling

For citation: Didenko D.S., Podorozhnyuk E.V. Analysis of the commercial load on the autumn chum salmon population Amur Rivers in 2021, in *Byull. N 16 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 16 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2022, pp. 75–78. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-75-78.

Введение

Статья является продолжением ранее опубликованной работы [Диденко и др., 2019] по обоснованию метода распределения долей выделяемых квот в бассейне р. Амур на различном удалении от устья, где описаны история проблемы и методические подходы.

Материалы и методы

Исходными данными для анализа послужили официальная статистика Амурского территориального управления Росрыболовства по вылову осенней кеты в 2021 г. и результаты научно-исследовательских работ сотрудников ХабаровскНИРО, проводимых в период осенней путины 2021 г. (см. таблицу, рис. 1).

Рассматривая сокращение численности нерестового стада по данным уловов в контрольных точках, будем считать, что улов на единицу промыслового усилия можно рассматривать как рандомизированную выборку, отобранную от генеральной совокупности. Под уловами на усилие будем

* Диденко Дмитрий Сергеевич, кандидат физико-математических наук, старший специалист, didenko@khabarovsk.vniro.ru; Подорожнюк Елена Владимировна, заведующая лабораторией, podorozhnyuk-tinro@yandex.ru.

© Диденко Д.С., Подорожнюк Е.В., 2022

понимать среднее количество рыб, отловленных одинаковыми орудиями лова (плавными сетями) за равное количество времени (8 ч).

Кумулятивный вылов по данным Амурского территориального управления Росрыболовства и относительные уловы на усилие в местах контрольного лова, проводимого сотрудниками ХабаровскНИРО
Cumulative catch according to the data of the Amur Territorial Administration of Rosrybolovstvo and relative catches per effort in the places of control fishing conducted by the employees of KhabarovskNIRO

Муниципальный район	Расстояние от устья, км		Кумулятивный вылов, т
	От	До	
Николаевский	0	97	3155,9
Ульчский	97	441	5392,2
Комсомольский	441	1000	5564,2
Нанайский	1000	1125	5577,2
Места контрольного лова	Расстояние от устья, км		Относительные уловы на усилие, %
Пос. Тыр	104		100
Пос. Бельго	550		5,8
Пос. Славянка	715		2,3
Пос. Осиновая Речка (Амурская протока)	955		9,9

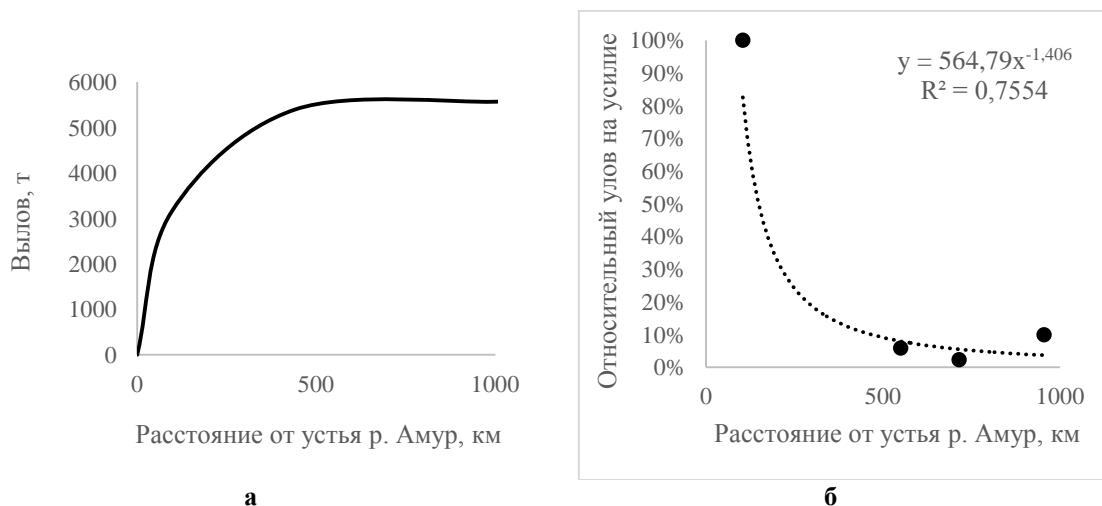


Рис. 1. Кумулятивный вылов по данным Амурского территориального управления Росрыболовства (а); относительные уловы на усилие в местах контрольного лова проводимого сотрудниками ХабаровскНИРО (б)
Fig. 1. Cumulative catch according to the data of the Amur Territorial Administration of Rosrybolovstvo (а); relative catches per effort in the places of control fishing conducted by the employees of KhabarovskNIRO (б)

Таким образом, сравнивая данные уловов на усилие и официальную статистику вылова в различных муниципальных районах, мы можем оценить различия в промысловой нагрузке на различном удалении от устья. Чем выше рыба поднимается к местам нереста, тем больше она подвергается воздействию промысла и тем меньшая доля производителей может отнереститься.

Результаты и их обсуждение

Проанализировав уловы на усилие и приняв его пропорциональным сокращению рыб в реке, по мере удаления от устья мы аппроксимируем его экспоненциальной функцией (рис. 1, а), а нарастание вылова — кусочно-линейной (рис. 1, б). Производим разбиение на расчетные участки, для которых вычисляем плотность рыб в точке и их отход на нерест, и, зная сокращение численности и вылов, аналитически рассчитываем отход на нерест согласно выражению:

$$\begin{cases} N(x) = N(0) - \Phi(x) - C^1(x) - C^2(x) \\ \frac{\Delta\Phi(x)}{N(0) - \Phi(x) - 2 \cdot C^1(x) - 2 \cdot C^2(x)} = \frac{\Delta C^1(x)}{\Delta C^2(x)} \dots \end{cases}$$

где x — расстояние от устья реки (для простоты можно выражать в условных единицах, наиболее удобных для каждого конкретного случая, например $x = 1$ на 100 км); $N(0)$ — численность популяции в точке x , сокращение численности по мере подъема по реке вызвано двумя факторами: промышленным изъятием и отходом особей в нерестовые притоки из основного стада; $\Phi(x)$ — отход особей в нерестовые притоки из основного стада; $C(x)$ — промышленное изъятие из нерестового стада, означает объем вылова на участке реки от $[0; x]$. Тогда промышленное изъятие можно представить как сумму двух слагаемых: $C(x) = C^1(x) + C^2(x)$; где $C^1(x)$ — особи, изъятые непосредственно у отхода в нерестовые притоки; $C^2(x)$ — особи, изъятые не достигнув своих нерестовых притоков.

Более подробно теория и обоснование данных формул приведены ранее [Диденко и др., 2019].

В результате расчетов было восстановлено распределение осенней кеты по нерестилищам (рис. 2, а). Согласно расчетам нерестовая значимость притоков повышается по мере приближения к р. Амгунь, которая является самым значимым притоком, и снижается выше по течению.

Рассчитав промышленную нагрузку на различные нерестилища, мы можем проинтегрировать функции отхода на нерест и вылова и сравнить долю изъятия на различном удалении от устья (рис. 2, б).



Рис. 2. Распределение осенней кеты на пути миграции в русле р. Амур, 2021 г.: **а** — отход части стада на нерест; **б** — доля промышленного изъятия на различном удалении от устья

Fig. 2. Distribution of autumn chum salmon on the migration route in the Amur River, 2021: **а** — departure of part of the herd to spawn; **б** — the fraction of commercial seizure at various distances from the mouth

Заключение

Ранее предложенные подходы были апробированы на нерестовой миграции осенней кеты в ходе лососевой путины 2021 г. С помощью построенной модели была оценена промысловая нагрузка на различном удалении от устья, численно определены различия в уровне промысловой нагрузки.

Построенная зависимость позволяет определить оптимальное распределение вылова на разных участках лова. Промысловая нагрузка на различном удалении от устья варьирует от 20 до 70 % промыслового изъятия. Текущая промысловая нагрузка начинает превышать среднюю (38 %) на участке от устья р. Амгунь до протоки Ухта (район с. Богородского).

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы признательны сотрудникам лаборатории лососевых рыб ХабаровскНИРО, осуществлявшим научно-исследовательские работы по осенней кете в бассейне р. Амур в 2021 г.; В.И. Островскому, начальнику методико-прогностического отдела, за ценные советы; Д.В. Коцюку, руководителю ХабаровскНИРО, за постановку проблемы, ценные советы.

The authors are grateful to the staff of the KhabarovskNIRO salmon laboratory, who carried out research work on the autumn chum salmon in the basin of the river. Amur in 2021; V.I. Ostrovsky, head of the

methodological and prognostic department, for valuable advice; D.V. Kotsyuk, head of KhabarovskNIRO, for posing the problem and valuable advice.

Финансирование работы (FUNDING)

Работа выполнена в рамках бюджетного финансирования.

The study has budget funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Сбор материалов к статье не сопровождался нанесением ущерба природе. Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

The collection of materials for the article was not accompanied by damage to nature. The authors declare that they have no conflict of interests.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Д.С. Диденко — расчеты, анализ материалов, анализ результатов, написание статьи; Е.В. Подорожнюк — планирование работ, сбор и обработка данных, анализ результатов, написание статьи, редактирование.

D.S. Didenko — calculations, analysis of materials, analysis of results, writing an article; E.V. Podorozhnyuk — work planning, data collection and processing, analysis of results, article writing, editing.

Список литературы

Диденко Д.С., Колпаков Н.В., Коцюк Д.В. Методические подходы к распределению объемов добычи (вылова) анадромных видов рыб в бассейнах рек во время нерестовой миграции // Бюл. № 13 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2018. — С. 126-133.

**ИЗМЕНЕНИЯ БИОМАССЫ НЕКТОНА И МАКРОПЛАНКТОНА
В ТЕЧЕНИЕ СУТОК (ДЕНЬ/НОЧЬ) В ПЕРИОД ПРЕДАНАДРОМНЫХ МИГРАЦИЙ
ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА
В 2004–2020 ГГ.**

П.Г. Милованкин*

Приморский филиал ФГБУ «ВНИИКР»,
690014, г. Владивосток, Народный проспект, 4

Аннотация. Рассматриваются изменения биомассы таксонов траловой макрофауны в течение суток в верхней эпипелагиали северо-западной части Тихого океана. Использована информация из баз данных «Морская биология» № в гос. реестре 0220006765, а также полученная в рейсах на НИС «Профессор Кагановский», «Профессор Леванидов» и «ТИНРО» в период преданадромных миграций тихоокеанских лососей в мае-июле 2004–2020 гг. в количестве 1471 траления на акватории площадью более 1 млн км². Установлено, что период лет 2004–2013 гг. это «досардиновая эпоха», а с 2014 г. — очередная «сардиновая эпоха». Средняя температура поверхности воды была выше в «досардиновую эпоху» чем в «сардиновую эпоху» — 7,2 °С против 7,1 °С. В ночное время (19:00–07:00) увеличивается среднее количество таксонов в улове, уменьшаются индекс Симпсона и средние размеры тела. Только 5 из 140 таксонов не меняют свою удельную биомассу в течение суток: *Aequorea* sp., *Chrysaora melanaster*, *Oncorhynchus gorbuscha*, *O. keta* и *Phacellophora camtschatica*. Никогда не встречаются в дневных уловах следующие 16 таксонов: *Benthalbella dentata*, *Ceratoscopelus warmingii*, *Diaphus theta*, *Icichthys lockingtoni*, *Lipolagus ochotensis*, *Notoscopelus japonicus*, *Tarletonbeania crenularis*, *Trachipterus ishikawae*, *Lampanyctus jordani*, *Desmodema lorum*, *Nemichthys scolopaceus*, *Stenobranchius leucopsarus*, *Symbolophorus californiensis*, *Arctozenus risso*, *Leuroglossus schmidti*, *Chiroteuthis calyx*.

Ключевые слова: СЗТО, верхняя эпипелагиаль, суточная динамика, нектон, макропланктон

Для цитирования: Милованкин П.Г. Изменения биомассы нектона и макропланктона в течение суток (день/ночь) в период преданадромных миграций тихоокеанских лососей в северо-западной части Тихого океана в 2004–2020 гг. // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2022. — С. 79–87. DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-79-87.

**Changes in the biomass of necton and macroplankton during the day (day/night)
during the period of pre-airfield migrations of pacific salmon in the northwestern Pacific Ocean
in 2004–2020**

Pavel G. Milovankin

Primorsky branch of VNIICR, 4, Narodny Prospekt, Vladivostok, 690014, Russia
agronomist, academkin@mail.ru

Abstract. This article discusses changes in the biomass of taxa of trawl macrofauna during the day in the upper epipelagial of the northwestern Pacific Ocean. Information from the database «Marine Biology» No. 0220006765 in the state register was used, flights to the NIS «Professor Kaganovsky», NIS «Professor Levanidov» and NIS «TINRO» during the pre-airfield migrations of Pacific salmon in May–July 2004–2020 in the amount of 1,471 trawls in the water area of more than 1 million km². It has been established that the period of years 2004–2013 is the «pre-sardine epoch», and since 2014 — the next «sardine epoch». The average water surface temperature was higher in the «pre-sardine epoch» than in the «sardine epoch» 7.2 °C versus 7.1 °C. At night (19–07 hours), the average number of taxons in the catch increases, the Simpson index and average body sizes decrease. Only 5 out of 140 taxa do not change their specific biomass during the day: *Aequorea* sp., *Chrysaora melanaster*, *Oncorhynchus gorbuscha*, *O. keta* и *Phacellophora camtschatica*. The following 16 taxa are never found in daytime catches: *Benthalbella dentata*, *Ceratoscopelus*

* Милованкин Павел Геннадьевич, агроном, academkin@mail.ru, ORCID 0000-0002-9628-935X.

warmingii, *Diaphus theta*, *Icichthys lockingtoni*, *Lipolagus ochotensis*, *Notoscopelus japonicus*, *Tarletonbeania crenularis*, *Trachipterus ishikawae*, *Lampanyctus jordani*, *Desmodema lorum*, *Nemichthys scolopaceus*, *Stenobranchius leucopsarus*, *Symbolophorus californiensis*, *Arctozenus risso*, *Leuroglossus schmidtii*, *Chiroteuthis calyx*.

Keywords: northwest Pacific, upper epipelagial, diurnal dynamics, necton, macroplankton

For citation: Milovankin P.G. Changes in the biomass of necton and macroplankton during the day (day/night) during the period of pre-airfield migrations of pacific salmon in the northwestern Pacific Ocean in 2004–2020, in *Byull. N 16 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 16 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2022, pp. 79–87. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-79-87.

Введение

Эта работа представляет собой обработку части базы данных (БД) «Морская биология» № в гос. реестре 0220006765. Использована информация, полученная на НИС «Профессор Кагановский», «Профессор Леванидов» и «ТИНРО» во время комплексных траловых съемок верхней эпипелагиали северо-западной части Тихого океана, с мая по июль 2004–2020 гг. было выполнено 1471 траление на акватории площадью более 1 млн км² (рис. 1).

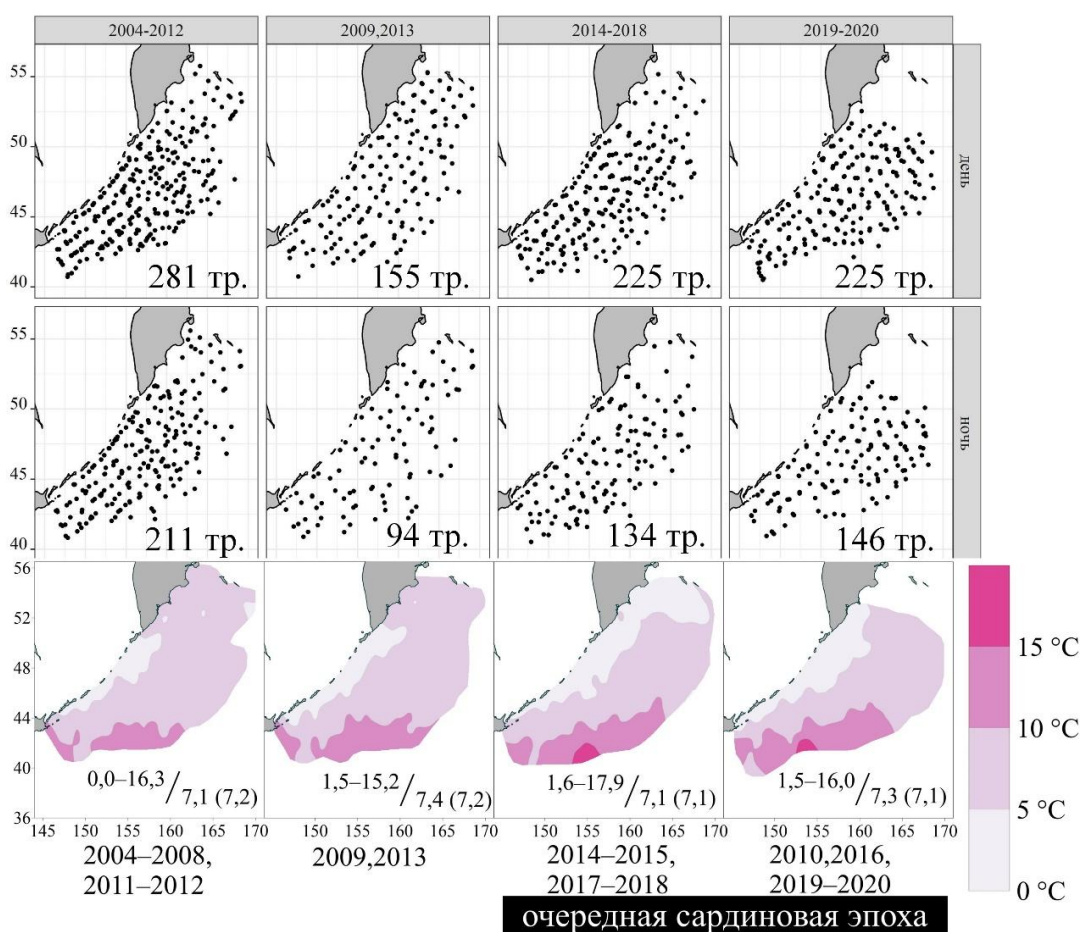


Рис. 1. Карта-схема 1471 траления в верхней эпипелагиали СЗТО в мае-июле 2004–2020 гг. Справа обозначена поверхностная температура воды: в числителе указана минимальная–максимальная, в знаменателе — средняя, в скобках указана средняя температура воды, пересчитанная на одинаковую площадь

Fig. 1. Map-diagram of 1471 trawling in the upper epipelagial of the northwest Pacific in May–July 2004–2020. On the right shows the surface temperature. The numerator indicates the minimum–the maximum, the denominator — the average, the average water temperature is indicated in parentheses, recalculated by the same area

Экспедиции были ориентированы на количественный учет тихоокеанских лососей, совершающих преданадромные миграции в прикурильских водах Тихого океана в пределах и за пределами ИЭЗ РФ. Приоритетной задачей ранних летних траловых съемок в СЗТО являлась оценка масштабов подходов горбуши различных стад в бассейн Охотского моря. Помимо основных объ-

ектов исследований, экспедиции собирают данные по другим видам гидробионтов, временно или постоянно населяющих слой верхней эпипелагиали обследованных районов, в частности дальневосточной сардины *Sardinops melanostictus*, японской скумбрии *Scomber japonicus*, тихоокеанского кальмара *Todarodes pacificus* и др. Во всех экспедициях выполняли зондирование толщи воды до глубины 1000 м.

Целью данной работы было обобщить материалы всех летних экспедиций в верхней эпипелагиали СЗТО за 2004–2020 гг. и выявить суточные изменения в биомассе nekтона и макропланктона в связи с появлением высокоурожайных поколений сардины и скумбрии.

Материалы и методы

Съемки, проведены по стандартной методике, неоднократно подробно освещенной в печати [Волвенко, 1998; Атлас..., 2005; Хоружий, 2011; Хоружий и др., 2013, 2015; Ivanov, Khoruzhiy, 2019; Волков, 2020], и в идентичные сроки. Все показатели, связанные с количественной оценкой гидробионтов, приведены по стандартным биостатистическим районам [Волвенко, 2003], подсчет биомасс производился с использованием площадного метода расчёта [Аксютин, 1968] и коэффициента уловистости трала для каждого вида nekтона [Макрофауна..., 2011] по формуле

$$\frac{N(M)}{A} \cdot \frac{1}{k} = \frac{N(M)}{1,852 \cdot v \cdot t \cdot 0,001 \cdot a \cdot k'}$$

где $N(M)$ — число, экз. (масса рыб в улове, кг); A — площадь, обловленная во время траления, км²; v — скорость траления, уз; t — продолжительность траления, час; a — горизонтальное раскрытие устья трала, м; k — коэффициент уловистости трала ($0 < k < 1$); 1,852 — число километров в морской миле; 0,001 — число километров в метре.

Итоговая биомасса гидробионтов рассчитывалась по формуле

$$B = \frac{Q \cdot Sq}{1000000}$$

где B — биомасса вида, тыс. т; Q — средняя плотность распределения вида в пределах исследуемого района, кг/км²; Sq — площадь района, км².

Расчёты, построение рисунков выполнены в R 3.6.1 [<https://www.R-project.org/>].

Ночные уловы не пересчитаны. Таксономия приведена согласно траловым карточкам и проверена по World Register of Marine Species WORMS [<http://www.marinespecies.org>].

В качестве индикатора доминирования одного или нескольких видов использован индекс разнообразия Симпсона [Simpson, 1949] в трактовке В.К. Шитикова с соавторами [2003, с. 168, формула 4.11]:

$$c = \sum (n_i/N)^2,$$

где n_i — оценка значимости каждого вида (биомасса); N — сумма оценок значимостей. Поскольку при возведении в квадрат малых отношений n_i/N получаются очень малые величины, индекс Симпсона тем больше, чем сильнее доминирование одного или нескольких видов. Он очень чувствителен к присутствию в выборке наиболее обильных видов, но слабо зависит от видового богатства [География..., 2002].

Для анализа размерной структуры сообществ использовался индекс разности выравненностей [Denisenko, 2004] D_e (*difference of the evenness*) в трактовке В.К. Шитикова и Л.В. Головатюка [2013, с. 90] с небольшой модификацией:

$$D_e = -1 \cdot (J_b - J_a) = -1 \cdot \left(\frac{H_b - H_a}{\log_2 S} \right),$$

где $J = \frac{H}{\log_2 S}$ — индекс видовой выравненности Пиелу рассчитанный по J_a численности и J_b биомассе; $H = -\sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N} \cdot \log_2 \frac{n_i}{N} \right)$ — энтропия Шеннона; S — число видов. Показатель варьирует от -1 (преобладание относительно мелких видов) до $+1$ (преобладание относительно крупных видов), близкие к 0 зна-

чения указывают на смешанную размерную структуру с доминированием как крупных, так и мелких форм организмов.

Выравненность видов рассчитывали через индекс Макинтоша [Шитиков, Розенберг, 2005, с. 102]:

$$E = \frac{N - \sqrt{\sum n_i^2}}{N - N/\sqrt{S}}$$

По данным 1471 измерения поверхностной температуры воды были построены 4 осреднённые карты (grid) (взято среднеарифметическое). На рис. 1 хорошо видно, что в более тёплые периоды (2014–2020 гг.) наблюдается более широкое проникновение в Тихий океан холодной (0–5 °С) воды из Охотского моря, чем в более холодные (2004–2013 гг.). При этом средняя температура поверхности воды была выше в «досардиновую эпоху», чем в «сардиновую» — 7,2 °С против 7,1 °С.

Результаты и их обсуждение

В период исследований (май-июль 2004–2020 гг.) в верхнем эпипелагиали СЗТО зарегистрировано 140 таксонов траловой макрофауны, 86 таксонов относятся к классу лучеперых рыб (Actinopterygii), 4 таксона относятся к инфраклассу хрящевых рыб (Elasmobranchii), по 15 таксонов медуз и 25 таксонов головоногих моллюсков.

На рис. 2 хорошо видно, что величина удельной биомассы отдельных таксонов в уловах изменяется на девять порядков, а уловов всего на пять. Суточный тренд изменения удельной биомассы таксонов имеет слабую положительную тенденцию в районе 10–16 часов. Суточный тренд изменения удельной биомассы уловов имеет хорошо выраженный отрицательный тренд в районе 6–20 часов. Удельная биомасса таксонов чуть выше днём, чем ночью, а уловы значительно выше ночью, а не днём. Можно сказать, что средняя удельная биомасса таксонов чуть больше 0,01 т/км², средняя удельная биомасса уловов около 1,0 т/км² (рис. 2).

Среднее количество таксонов в улове резко возрастает к 23:00, в дневное время — с 07:00 до 18:00 — не меняется.

Доминирование отдельных видов согласно индексу Симпсона повторяет с точностью до наоборот ход тренда изменения количества таксонов в улове. В дневное время индекс Симпсона имеет линейную тенденцию и только ночью сильно понижается.

Выравненность видов по обилию не имеет выраженной суточной изменчивости.

Согласно индексу разности выравненностей (De) в ночное время (с 21 до 05) наблюдается небольшое уменьшение размеров nekтона и макропланктона, связанное с ночной миграцией к поверхности обитателей мезопелагиали (рис. 2).

В процессе анализа стало понятно, что ранее представленное [Милованкин, 2020] деление годов с 2004 по 2020 г. на 4 периода лет (2004–2012; 2009, 2013; 2014–2018 и 2019–2020) можно сократить до двух эпох: «досардиновая эпоха» и очередная «сардиновая эпоха». В «досардиновую эпоху» входят два периода лет — 2004–2012 и 2009, 2013. В «сардиновую эпоху» входят периоды лет — 2014–2018 и 2019–2020. Проще говоря, «досардиновая эпоха» — это года с 2004 по 2013 включительно, а с 2014 г. идёт «сардиновая эпоха». Нельзя не отметить, что не все согласны с утверждением о наступлении новой «сардиновой эпохи» [Булатов и др., 2017].

Было выделено пять групп таксонов, у которых изменения удельной биомассы в разное время суток происходят схожим образом: «ядро», «дневные», «почти ночные», «ночные» и «редкие» (рис. 3).

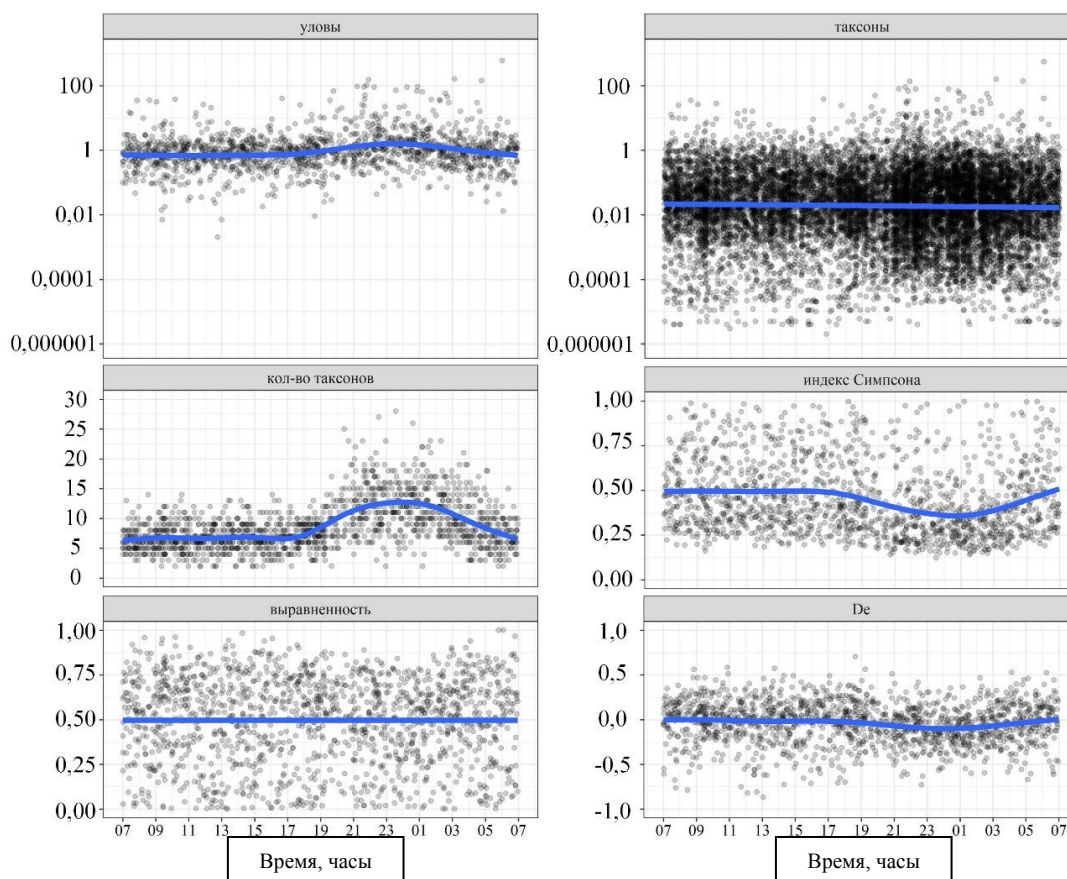


Рис. 2. Изменения удельной биомассы уловов и таксонов (t/km^2), количества таксонов в улове и рассчитанные индексы нектона и макропланктона верхней эпипелагиали СЗТО в мае-июле 2004–2020 гг. в разное время суток

Fig. 2. Changes in the specific biomass of catches and taxa (t/km^2), the number of taxa in the catch and calculated indices of nekton and macroplankton of the upper epipelagial of the northwest Pacific in May-July 2004–2020 at different times of the day

«Ядро» — это группа из 5 таксонов с высокой частотой встречаемости в уловах: *Aequorea* sp., *Chrysaora melanaster*, *Oncorhynchus gorbuscha*, *O. keta* и *Phacellophora camtschatica*. Их удельные биомассы изменяются всего на пять порядков, в течение суток она изменяется незначительно, и её средняя величина составляет внушительную цифру в $0,1 t/km^2$.

«Дневные» — это группа из 34 таксонов, которые в отличие от 2 последующих, встречаются и днём, и ночью: *Gonatus kamtschaticus*, *O. nerka*, *Todarodes pacificus*, *O. kisutch*, *Brama japonica*, *G. madokai*, *Gonatidae* sp., *Anotopterus nikparini*, *Hemilepidotus* sp., *Scomber japonicus*, *O. tshawytscha*, *Theragra chalcogramma*, *Pleurogrammus monoptyerygius*, *Okutania anonycha*, *Aurelia limbata*, *Sardinops melanostictus*, *Alepisaurus ferox*, *A. labiata*, *Mola mola*, *Cololabis saira*, *Lamna ditropis*, *Engraulis japonicus*, *Paralepididae*, *Stichaeus* sp., *Pleurogrammus* sp., *Gasterosteus aculeatus*, *Japetella diaphana*, *Zaprora silenus*, *A. aurita*, *Squalus acanthias*, *Bathymaster* sp., *Magnisudis atlantica*, *Pterotrachea* sp. и *Syanea capillata*. Их удельная биомасса имеет максимум в 23:00–24:00 и почти достигает значений группы таксонов «ядро», днём колеблется около $0,01 t/km^2$, предел колебаний значений удельной биомассы охватывает почти девять порядков.

«Почти ночные» — это группа из 15 таксонов с явной тенденцией к ночному образу жизни (максимум примерно с 19:00 до 07:00), но встречаются и в дневных уловах. Возможно, дневные поимки связаны с их хорошей объецаивающей способностью, т.е. они долго после поимки вымываются из трала: *Boreoteuthis borealis*, *Pterothrissus gissu*, *Calycopsis nematophora*, *Aptocyclus ventricosus*, *Onychoteuthis borealijaponica*, *Scopelosaurus harryi*, *Watasenia scintillans*, *Lestidiops ringens*, *Gonatus onyx*, *Moroteuthis robusta*, *Tetragonurus cuvieri*, *Galiteuthis phyllura*, *Gonatopsis japonicus*, *Berryteuthis magister*, *Hormiphora cucumis*.

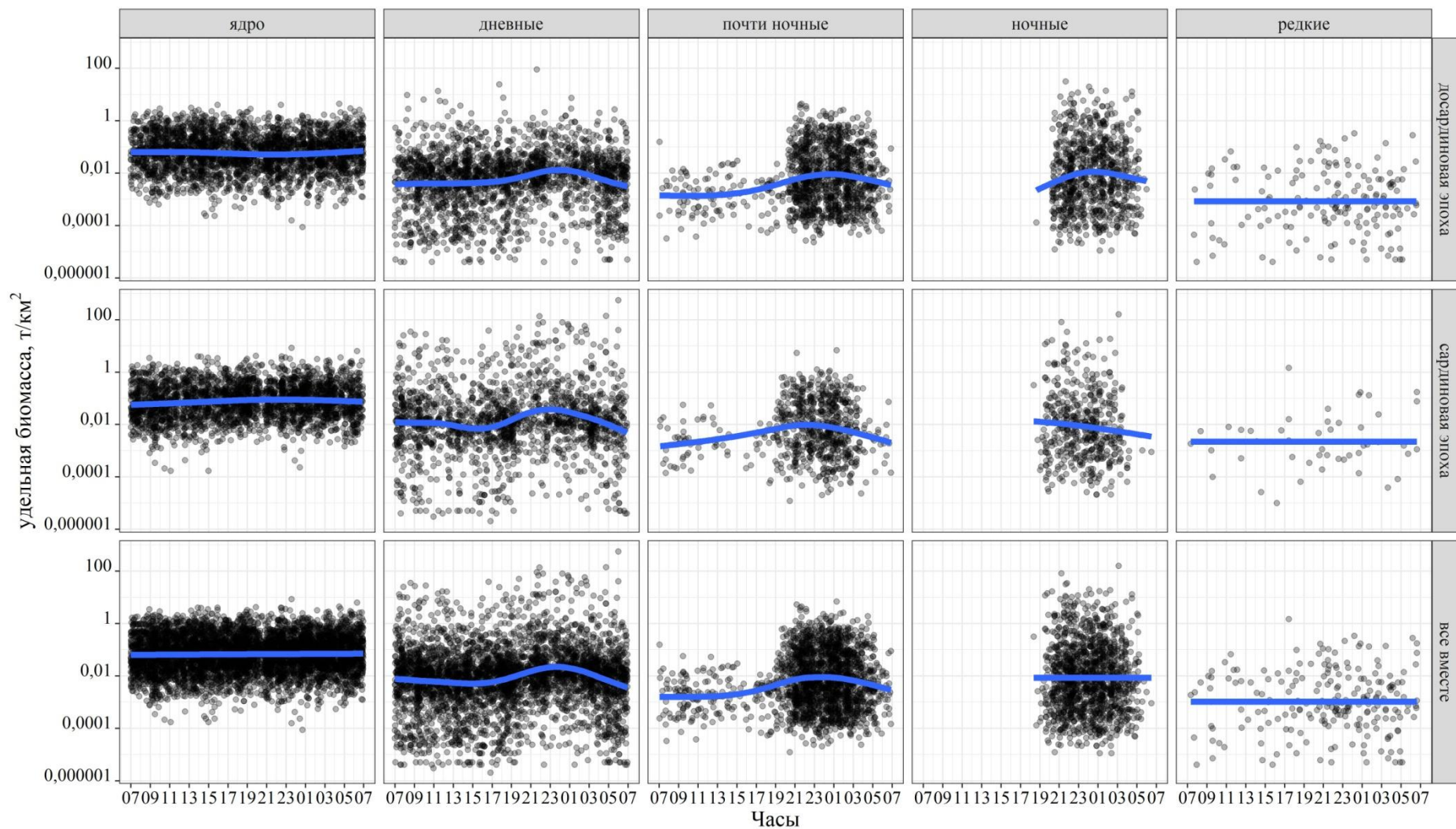


Рис. 3. Изменения удельной биомассы (t/km^2) пяти групп таксонов нектона и макропланктона верхней эпипелагиали СЗТО в мае-июле 2004–2020 гг. в разное время суток, в разные эпохи

Fig. 3. Changes in specific biomass (t/km^2) of five groups of taxa of necton and macroplankton of the upper epipelagial northwest Pacific in May-July 2004–2020 at different times of the day, in different epochs

«Ночные» — это группа из 16 таксонов, которые не встречаются в дневных уловах: *Benthalbella dentata*, *Ceratoscopelus warmingii*, *Diaphus theta*, *Icichthys lockingtoni*, *Lipolagus ochotensis*, *Notoscopelus japonicus*, *Tarletonbeania crenularis*, *Trachipterus ishikawae*, *Lampanyctus jordani*, *Desmodema lorum*, *Nemichthys scolopaceus*, *Stenobranchius leucopsarus*, *Symbolophorus californiensis*, *Arctozenus risso*, *Leuroglossus schmidtii*, *Chiroteuthis calyx*. В ночное время (с 19:00 до 07:00) их средняя удельная биомасса достигает значений 0,01 т/км².

«Редкие» — это группа из 70 таксонов с частотой встречаемости каждого из них меньше 1 %.

Изменения удельной биомассы в течение суток у групп таксонов немного различались по эпохам:

— у групп таксонов «ядро» в «досардиновую эпоху» наблюдался небольшой тренд снижения удельной биомассы в районе 01:00, а в «сардиновую эпоху» наблюдался тренд повышения удельной биомассы с 07 до 23 часов;

— у групп таксонов «дневные» в «досардиновую эпоху» пик удельной биомассы наблюдался с 23:00 до 01:00, а в «сардиновую эпоху» — на два часа раньше, и был более выражен тренд снижения удельной биомассы к 16:00;

— у групп таксонов «почти ночные» и «ночные» наблюдалась схожая закономерность: в «досардиновую эпоху» пик биомассы приходился на период 20:00–06:00, а в «сардиновую эпоху» — на 19:00–05:00 часов;

— удельная биомасса групп таксонов «редкие» была выше в «досардиновую эпоху», чем в «сардиновую».

Изменения в нектоне и макропланктоне в период преданадромных миграций тихоокеанских лососей происходили не только в течение суток (день/ночь), но и в пространстве (рис. 4).

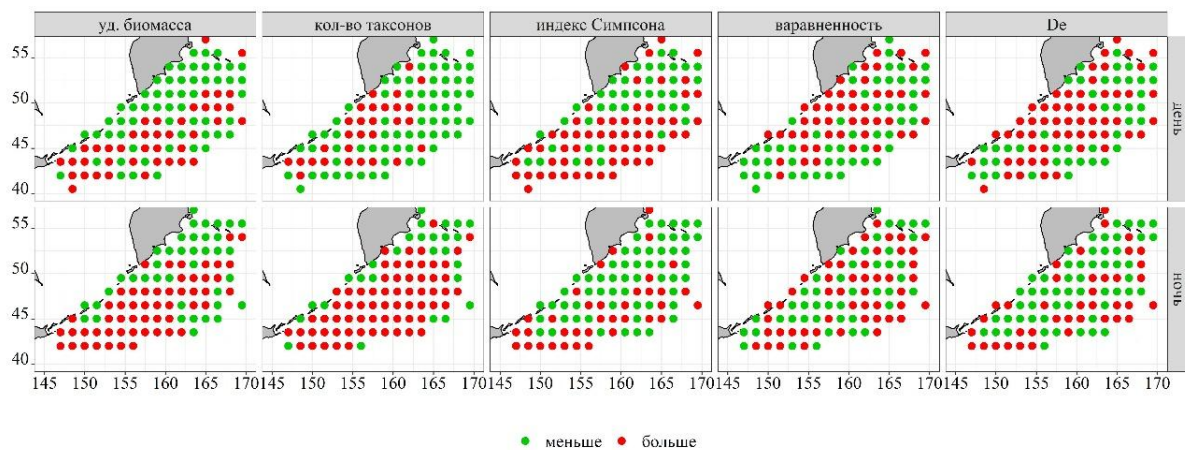


Рис. 4. Пространственные изменения удельной биомассы уловов, количества таксонов в улове и рассчитанных индексов нектона и макропланктона верхней эпипелагиали СЗТО в мае-июле 2004–2020 гг. в разное время суток (день/ночь)

Fig. 4. Spatial changes in the specific biomass of catches, the number of taxa in the catch and the calculated indices of necton and macroplankton of the upper epipelagial of the northwest Pacific in May-July 2004–2020 at different times of the day (day/night)

На рис. 4 хорошо видно, что удельная биомасса уловов в ночное время на большей части акватории увеличивалась. Количество таксонов в улове тоже увеличивалось, соответственно, индекс Симпсона (доминирования отдельных видов) уменьшался. Про выравненность видов сложно сказать, но на первый взгляд ночное распределение выглядит как инверсия дневного распределения выравненности. Также закономерно уменьшился размерный состав ночью согласно индексу D_e .

Выводы

Таким образом, ранее представленное деление годов (с 2004 по 2020 г.) на 4 периода лет (2004–2012; 2009, 2013; 2014–2018 и 2019–2020) можно сократить до двух эпох: «досардиновая эпоха» (это года с 2004 по 2013 включительно) и очередная «сардиновая эпоха» (с 2014 г.).

В более тёплый период (2014–2020 гг.) наблюдается более широкое проникновение в Тихий океан холодной (0–5 °С) воды из Охотского моря, чем в более холодный (2004–2013 гг.). При этом средняя температура поверхности воды была выше в «досардиновую эпоху» чем в «сардиновую эпоху» — 7,2 °С против 7,1 °С.

Суточный тренд изменения удельной биомассы таксонов имеет слабую положительную тенденцию в районе 10–16 часов. Суточный тренд изменения удельной биомассы уловов имеет хорошо выраженный отрицательный тренд в районе 6–20 часов. Удельная биомасса таксонов чуть выше днём, чем ночью, а уловы значительно выше ночью, а не днём. Средняя удельная биомасса таксонов чуть больше 0,01 т/км², средняя удельная биомасса уловов около 1,0 т/км².

Среднее количество таксонов в улове резко возрастает к 23:00, с 07:00 до 18:00 не меняется. Доминирование отдельных видов, повторяет с точностью до наоборот ход тренда изменения количества таксонов в улове. В дневное время индекс Симпсона имеет линейную тенденцию и только ночью сильно понижается. Выравненность видов по обилию не имеет выраженной суточной изменчивости. В ночное время (с 21 до 05 часа) наблюдается небольшое уменьшение размеров nekтона и макропланктона, связанное с ночной миграцией к поверхности обитателей мезопелагиали.

Выделено пять групп таксонов, у которых изменения удельной биомассы в разное время суток происходит схожим образом: «ядро», «дневные», «почти ночные», «ночные» и «редкие».

Изменения в nekтоне и макропланктоне в период преданадромных миграций тихоокеанских лососей происходили не только в течение суток (день/ночь), но и в пространстве.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Автор искренне признателен всем участникам научно-исследовательских рейсов за их высококвалифицированные работы по сбору материалов, которые послужили основой для написания статьи.

The author is sincerely grateful to all the participants of the research flights for their highly qualified work on the collection of materials, which served as the basis for writing the article.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study had no any sponsor funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены.

All applicable international, national and/or institutional guidelines for the use of animals have been followed.

Список литературы

Аксюткина З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях : моногр. — М. : Пищ. пром-сть, 1968. — 288 с.

Атлас количественного распределения nekтона в северо-западной части Тихого океана / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — М. : Нац. рыб. ресурсы, 2005. — 1082 с.

- Булатов О.А., Котенев Б.Н., Кровнин А.С.** О перспективах новой «сардиновой эпохи» в северо-западной части Тихого океана // *Вопр. рыб-ва.* — 2016. — Т. 17, № 4. — С. 385–405.
- Волвенко И.В.** Морфометрические характеристики стандартных биостатистических районов для биоэкологических исследований рыболовной зоны России на Дальнем Востоке // *Изв. ТИНРО.* — 2003. — Т. 132. — С. 27–42.
- Волвенко И.В.** Проблемы количественной оценки обилия рыб по данным траловых съемок // *Изв. ТИНРО.* — 1998. — Т. 124. — С. 473–500.
- Волков А.Ф.** Карты комплексных станций в Беринговом и Чукотском морях и северной части Тихого океана в научных рейсах ТИНРО (1986–2019 гг.) // *Изв. ТИНРО.* — 2020. — Т. 200, вып. 4. — С. 1028–1039. DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-1028-1039.
- География и мониторинг биоразнообразия** : учеб. пособие / Н.В. Лебедева, Д.А. Кривоуцкий, Ю.Г. Пузаченко и др. — М. : Изд-во НУМЦ, 2002. — 432 с.
- Макрофауна пелагиали северо-западной части Тихого океана: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1979–2009** / В.П. Шунтов, Л.Н. Бочаров, И.В. Волвенко, В.В. Кулик ; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2012. — 616 с.
- Милованкин П.Г.** Видовая структура нектона и макропланктона в период преданадромных миграций тихоокеанских лососей в северо-западной части Тихого океана в 2004–2020 гг. // *Бюл. № 15 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке.* — Владивосток : ТИНРО, 2020. — С. 240–255.
- Хоружий А.А.** Особенности видового и количественного состава нектонного сообщества верхней эпипелагиали северо-западной части Тихого океана в раннелетний период // *Изв. ТИНРО.* — 2010. — Т. 163. — С. 93–113.
- Хоружий А.А., Заволокин А.В., Старовойтов А.Н. и др.** Лососи в составе нектонного сообщества верхней эпипелагиали в прикурильских водах СЗТО в раннелетний период 2012 г. // *Изв. ТИНРО.* — 2013. — Т. 172. — С. 65–82.
- Хоружий А.А., Сомов А.А., Емелин П.О. и др.** Появление высокоурожайных поколений японской скумбрии и дальневосточной сардины в прикурильских водах северо-западной части Тихого океана // *Рыб. хоз-во.* — 2015. — № 6. — С. 74–77.
- Шитиков В.К., Головатюк Л.В.** АВС-метод и специфика доминирования видов в донных речных сообществах // *Поволжский экологический журнал.* — 2013. — № 1. — С. 88–97.
- Шитиков В.К., Розенберг Г.С.** Оценка биоразнообразия: попытка формального обобщения // *Количественные методы экологии и гидробиологии* : сб. науч. тр., посвящ. памяти А.И. Баканова / отв. ред. чл.-корр. РАН Г.С. Розенберг. — Тольятти : СамНЦ РАН, 2005. — С. 91–129.
- Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д.** Количественная гидроэкология: методы системной идентификации : моногр. — Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. — 463 с.
- Denisenko S.G.** Structurally-functional characteristics of the Barents Sea zoobenthos // *Proc. Zool. Inst. Russ. Acad. Sci.* — 2004. — Vol. 300. — P. 43–52.
- Ivanov O.A., Khoruzhiy A.A.** Interannual Dynamics of the Fish Community's Integral Characteristics in the Upper Epipelagic Layer of the Pacific Ocean's Russian Part in June–September 2004–2018 // *J. Ichthyol.* — 2019. — Vol. 59, № 5. — P. 727–742. DOI: 10.1134/S0032945219050047.
- Simpson E.H.** Measurement of diversity // *Nature.* — 1949. — Vol. 163, Iss. 4148. — P. 668.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАПАСОВ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ ПРИ НАПРАВЛЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ УСЛОВИЙ ВОСПРОИЗВОДСТВА

В.И. Островский*

Хабаровский филиал ВНИРО (ХабаровскНИРО)
680038, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а

Аннотация. Численность потомков лососей зависит как от численности родителей, так и от условий воспроизводства. При случайных отклонениях условий воспроизводства от среднесреднегодных значений обычно используются классические модели «запас–пополнение». На основе имитационного моделирования показано, что при направленных изменениях климата использование таких моделей приводит к значительным ошибкам прогноза пополнения. Для таких случаев обосновывается необходимость использования моделей, учитывающих трендовую составляющую изменчивости условий воспроизводства.

Ключевые слова: тихоокеанские лососи, запас–пополнение, изменчивость климата, имитационное моделирование, прогноз пополнения

Для цитирования: Островский В.И. Прогнозирование запасов тихоокеанских лососей при направленной изменчивости условий воспроизводства // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2022. — С. 88–95. DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-88-95.

Forecasting pacific salmon stocks with directional variability of reproduction conditions

Vladimir I. Ostrovsky

Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO),
13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia
Ph.D., head of department, Ostrovskiy@tinro.khv.ru

Abstract. The number of salmon offspring depends both on the number of parents and on the conditions of reproduction. In case of random deviations of reproduction conditions from the average long-term values, classical «stock–recruitment» models are usually used. Based on simulation modeling, it is shown that with directed climate changes, the use of such models leads to significant errors in the forecast of the recruitment. For such cases, the necessity of using models that take into account the trend component of the variability of reproduction conditions is justified.

Keywords: Pacific salmon, stock–recruitment, climate variability, simulation modeling, offspring forecast

For citation: Ostrovsky V.I. Forecasting pacific salmon stocks with directional variability of reproduction conditions, in *Byull. N 16 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 16 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2022, pp. 88–95. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-88-95.

Введение

Численность популяций животных зависит не только от численности родителей, но и от множества внешних факторов, влияющих на эффективность воспроизводства. Это аксиома экологии, подтверждающаяся однонаправленными изменениями численности популяций в обширных регионах [Бирман, 2004; Кляшторин, Любушин, 2005; Шунтов, Темных, 2008; и др.]. Классические однофакторные модели типа «родители–потомки» не противоречат данной аксиоме только в условиях относительного постоянства внешних факторов, т.е. однофакторная модель в многофакторном пространстве может быть адекватной только тогда, когда отклонения прочих факторов от средних значений случайны и соответствуют закону нормального распределения.

* Островский Владимир Иванович, кандидат биологических наук, начальник отдела, Ostrovskiy@tinro.khv.ru, ORCID 0000-0003-2576-4413.

Цель данной работы — анализ соотношения «родители–потомки» в условиях неслучайной, т.е. направленной долговременной изменчивости внешних факторов.

Материалы и методы

Поскольку трактовка данного соотношения на примере реальных популяций не всегда однозначна, прибегнем к имитационному моделированию на основе двухфакторной модели, в которой зависимость численности потомков от численности родителей задана уравнением Рикера [1979]

$$R = a \cdot P \cdot \exp(-P/b), \quad (1)$$

где R — численность потомков, млн рыб; P — численность родителей, млн рыб (случайный ряд чисел в интервале 1–30); a и b — коэффициенты с произвольно выбранными значениями ($a = 5$ рыб, соответствует численности потомков при численности родителей, стремящейся к 0; $b = 10$ млн рыб, точке максимума численности потомков) (рис. 1).

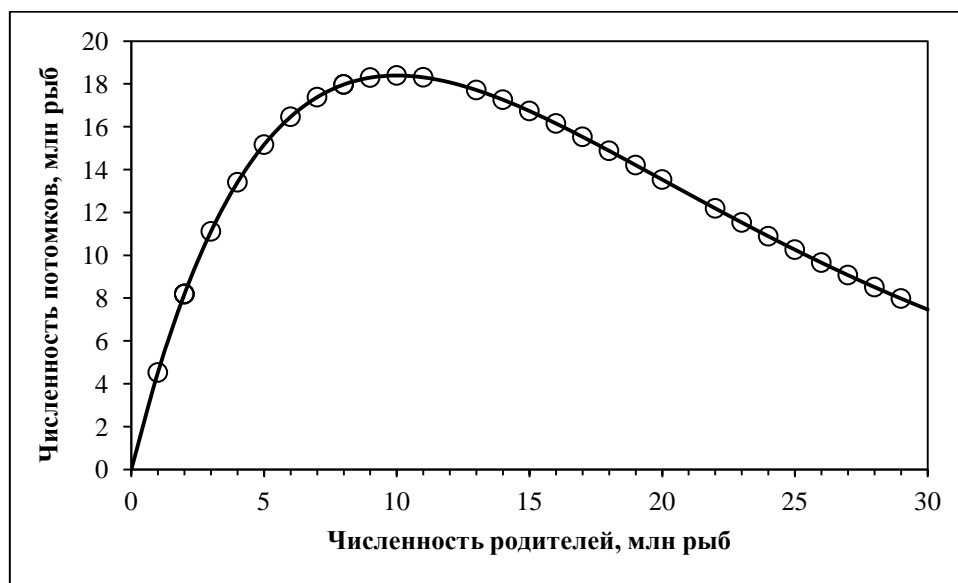


Рис. 1. Зависимость численности потомков модельной популяции от численности родителей, задана уравнением (1)

Fig. 1. Dependence of the number of offspring of the model population on parent abundance (given by equation (1), see text)

Отклонения «фактических» значений численности потомков от значений, рассчитанных по уравнению Рикера (рис. 1), под влиянием направленных изменений условий воспроизводства задали уравнением

$$D = c \cdot \exp(((Y - d)/e))^2, \quad (2)$$

где Y — год нереста (характеризует общность условий воспроизводства данного поколения, отличных от условий других лет); c, d, e — произвольно заданные коэффициенты (здесь $c = 0,3$; $d = 11,0$; $e = 15,0$) (рис. 2).

Результаты имитации «фактической» (R_f) численности потомков получены умножением значений численности потомков, рассчитанной по уравнению (1), на величину отклонений ($R_f = R \cdot D$):

$$\begin{aligned} R_f &= 5 \cdot P \cdot \exp(-P/10) \cdot 0,3 \cdot \exp(((Y - 11)/15)^2) = \\ &= 1,5 \cdot P \cdot \exp\left(-\frac{P}{10} + \left(\frac{Y-11}{15}\right)^2\right). \end{aligned} \quad (3)$$

Зависимость численности потомков от численности родителей анализировали методами множественного нелинейного регрессионного и дисперсионного анализов, описанными в справочной литературе [Дрейпер, Смит, 2007]. Значения коэффициентов уравнений подбирали итерационными методами.

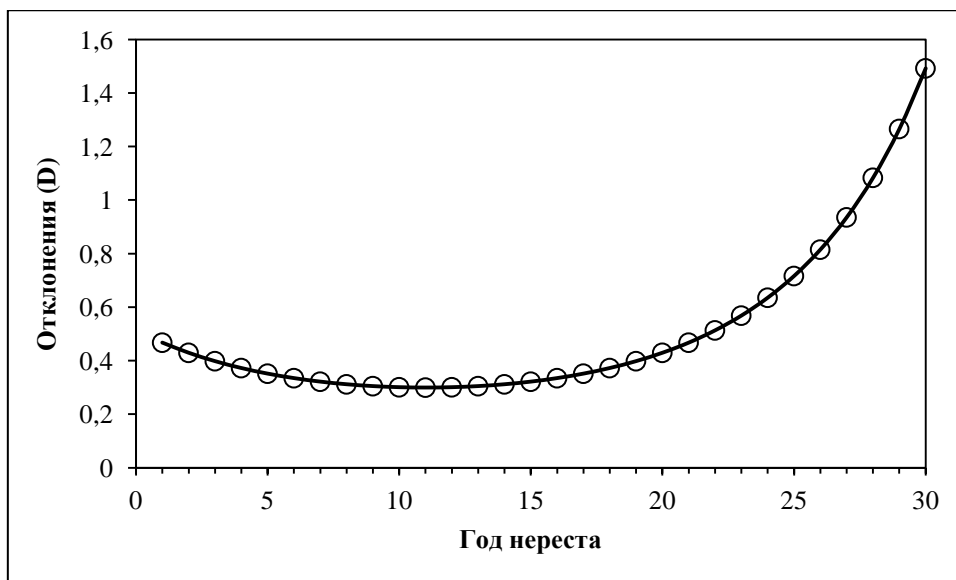


Рис. 2. Отклонения численности потомков модельной популяции от значений, рассчитанных по уравнению (1), в связи с годом нереста (заданы уравнением (2))

Fig. 2. Deviations of the number of offspring of the model population from the values calculated by equation (1) due to the year of spawning (given by equation (2), see text)

Результаты и их обсуждение

Результаты расчетов по уравнению (3) отображены на точечной диаграмме (рис. 3). Данная диаграмма демонстрирует внешнее проявление двухфакторной зависимости численности потомков от численности родителей и временной изменчивости условий воспроизводства в однофакторном пространстве «родители–потомки».

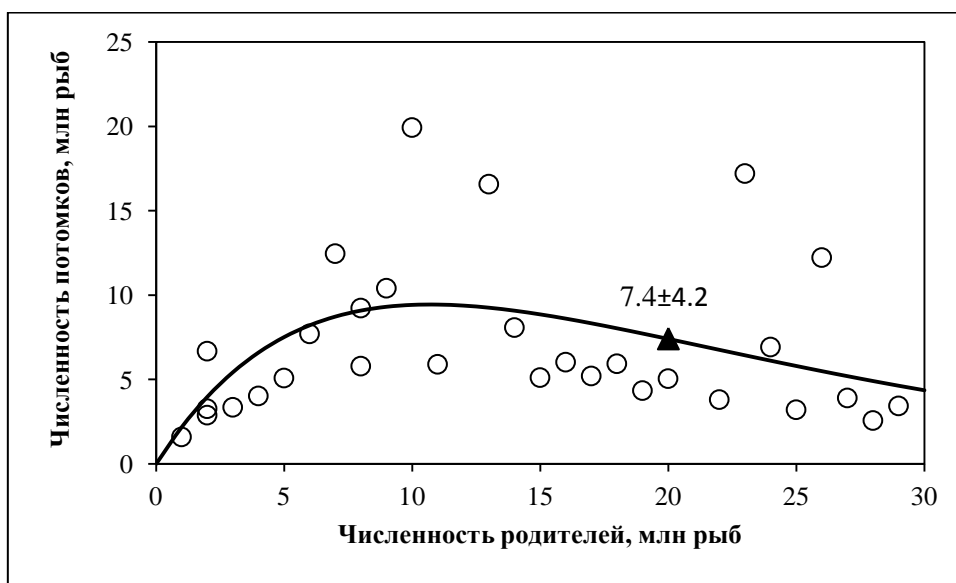


Рис. 3. Зависимость модельной численности потомков от численности родителей, сглажена уравнением Рикера (см. таблицу, уравнение (4))

Fig. 3. Dependence of the model number of offspring on the number of parents, smoothed by the Riker equation (see table, model 4)

Предположим, что данная диаграмма отображает соотношение «родители–потомки» реальной популяции и рассчитаем численность потомков от нереста, например, 20 млн рыб. Для этого зависимость «фактической» численности потомков от численности родителей (рис. 3) опишем уравнением

Рикера. Результаты аппроксимации и прогноза численности потомков от нереста 20 млн рыб приведены в таблице (уравнение (4)), на рис. 3, 5 прогнозная численность потомков (R) обозначена треугольниками и квадратами.

Варианты прогноза вылова (C) гипотетической популяции лососей по уравнению Рикера при нересте 20 млн рыб
Variants of the forecast of catch (C) of a hypothetical salmon population according to the Riker equation at pawning of 20 million fish

Модель	Период, годы	Коэффициент		R^2	p	P_{MSY} , млн рыб	R , млн рыб	S.e.	C , млн рыб
		a	b						
1	1–30	5,000	10,000	1,000	0	6,5	13,5	0	7,0
4	1–30	2,399	10,702	0,237	0,006	4,1	7,4	4,2	3,2
5	1–20	1,642	10,450	0,807	0	2,0	4,8	0,7	2,8
6	26–30	4,012	12,739	0,874	0,020	7,0	16,7	2,6	14,4

Примечание. Пояснения см. в тексте.

Параметры уравнения (1) (см. таблицу), как составной части уравнения (3), являются эталонными, сравнивая с ними, можно оценить результаты описания материала в условиях отсутствия и наличия направленной межгодовой изменчивости условий воспроизводства. По причине неучтенного влияния климата однофакторным уравнением $R_f(P)$ удается объяснить лишь 23,7 % ($R^2 = 0,237$) изменчивости численности потомков. По этой же причине в 2 раза занижена начальная скорость роста численности популяции (5,000/2,399), положение точки максимума практически не изменилось (10,000/10,702), но почти вдвое уменьшилось значение максимума численности потомков (уравнение (1) — 18,4 млн рыб, уравнение (4) — 9,4 млн рыб).

По этой же причине оптимум пропуска (P_{MSY}), равный точке максимума прибавочного воспроизводства [Рикер, 1979], при анализе «фактических» данных занижен в 1,6 раза, почти вдвое занижено и среднее расчетное значение численности потомков при нересте 20 млн рыб (см. таблицу, R), более, чем вдвое занижено среднее значение прогноза вылова (C), рассчитанное как $R - P_{MSY}$. При исследовании реальных популяций большой разброс фактических значений относительно линии регрессии, подобный приведенному на рис. 3, скорее правило, чем исключение.

Судя по стандартной ошибке (S.e.) уравнения (4) (см. таблицу), можно заключить, что с вероятностью 95 % численность потомков может находиться в интервале 3,2–11,6 млн рыб, следовательно, принимая оптимум пропуска равным 4,1 млн рыб, можно обосновать как запрет промысла, поскольку разность минимального значения прогноза для 95 % уровня значимости (3,2 млн рыб) и оптимума пропуска (4,1 млн рыб) отрицательна, так и вылов 7,5 млн рыб: $11,6 \text{ млн рыб} - 4,1 \text{ млн рыб} = 7,5 \text{ млн рыб}$. Вполне очевидно, что такой «расплывчатый» прогноз вряд ли можно признать удовлетворительным.

Этот прогноз (уравнение (4)) «схватывает» провалы и всплески численности потомков в связи с изменчивостью численности родителей, но единственным фактором невозможно объяснить причины завышения прогноза до 20-го года и занижения позже этого года (рис. 4), которые, как нам точно известно, обусловлены неучтенной в модели изменчивостью условий воспроизводства (см. рис. 2).

Для улучшения качества описания переменной, зависящей от двух факторов, однофакторной моделью приходится разбивать данные по так называемым уровням воспроизводства, которые объединяют временные отрезки с относительно постоянными условиями размножения и выживания рыб. В нашем случае (рис. 5) можно выделить два уровня — нижний, объединяющий данные с 1 по 20-й год (см. рис. 2) и верхний, данные с 25-го по 30-й год (кружки). Данные каждого из этих уровней хорошо описываются уравнением Рикера, коэффициент детерминации для нижнего уровня воспроизводства равен 0,807 (см. таблицу, уравнение (5)), для верхнего — 0,874 (см. таблицу,

уравнение (6)). Гипотеза о равенстве коэффициентов уравнения (5) нулю отвергается с вероятностью 98,0 % ($p = 0,0200$), уравнения (6) — с вероятностью более 99,9 % ($p < 0,0001$).

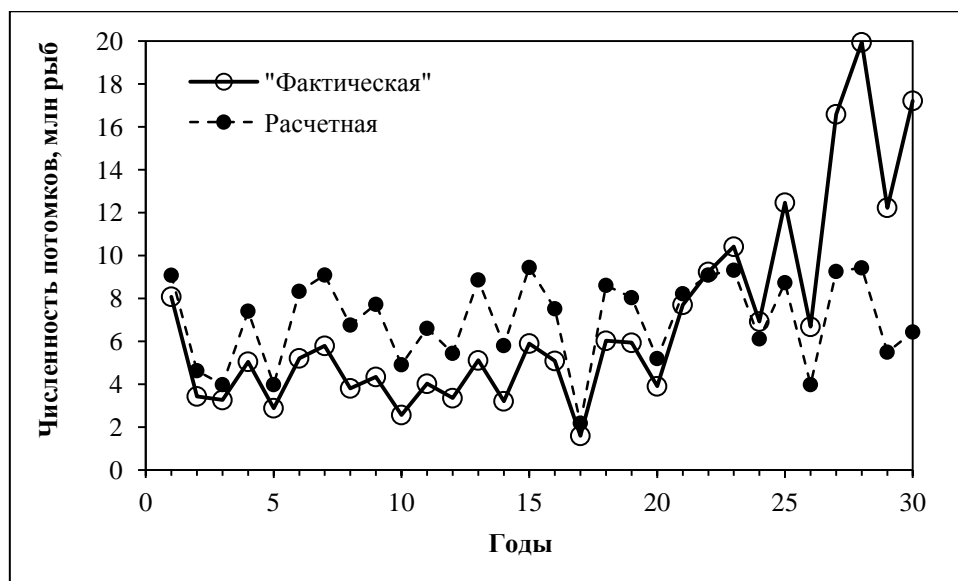


Рис. 4. Динамика «фактической» и рассчитанной по уравнению (4) численности потомков
Fig. 4. Dynamics of the «actual» and calculated by equation (4) number of offspring

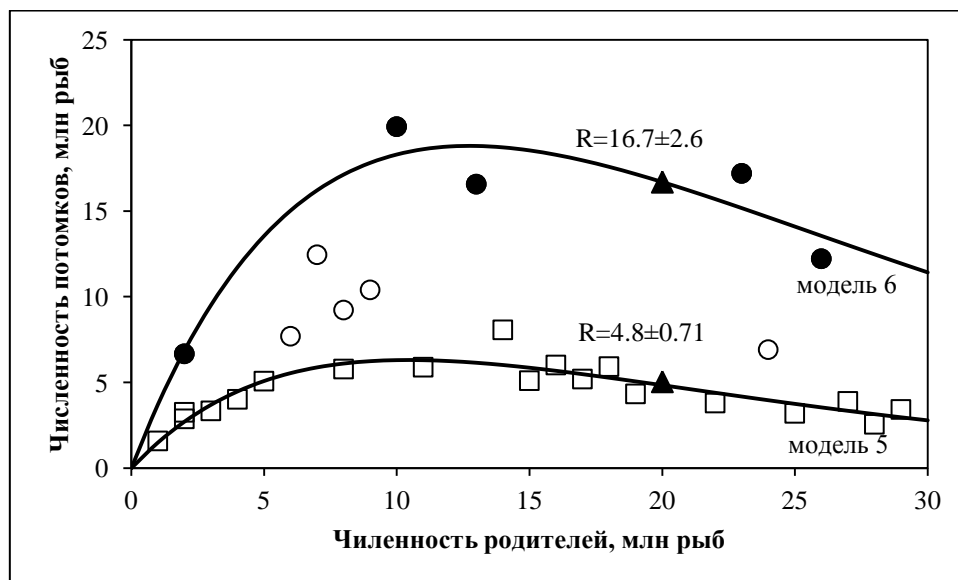


Рис. 5. Зависимость численности потомков гипотетической популяции лососей от численности родителей при различных уровнях воспроизводства (пояснения см. в тексте)

Fig. 5. The dependence of the number of offspring of a hypothetical salmon population on the number of parents at different levels of reproduction (see text)

Однако по мере дополнения рядов данных любого из уровней воспроизводства данными 21–25-го годов (неокрашенные кружки на рис. 5) постепенно уменьшается доля объясненной дисперсии численности потомков, изменяется гипотетический прогноз вылова при нересте 20 млн рыб. Объективно выделить границы уровней воспроизводства при плавной смене условий размножения и выживания невозможно, что вносит неопределенность в оценку параметров уравнения и, соответственно, в прогноз.

Полученные результаты наглядно показывают, что при наличии направленной временной изменчивости численности потомков, не объясняемой влиянием численности родителей, её необходимо учитывать при разработке прогноза. Решать данную задачу можно в порядке, обратном генерации модельного ряда «фактических» данных (рис. 3–5) методами множественного нелинейного регресси-

онного анализа, т.е. необходимо описать зависимость «родители–потомки», описать отклонения фактических значений от линии регрессии соответственно временному тренду, объединить оба уравнения, описать изменчивость численности потомков влиянием двух факторов. Вполне очевидно, что при решении данной задачи на примере наших «фактических» данных коэффициент детерминации равнялся бы 1, поскольку каждое значение R_f задано уравнением (3).

Не стоит надеяться на столь же хороший результат при исследовании реальных популяций, хотя бы потому, что условия воспроизводства не могут изменяться «по гладким кривым», но правомерность использования в качестве дополнительной факториальной переменной признака «год нереста» родителей подтверждается исследованием закономерностей воспроизводства кеты Охотского района [Островский, Пономарев, 2020]. Внедрение этого метода в разработку прогнозов наиболее важных в промысловом отношении единиц запаса лососей Хабаровского края привело к значительному улучшению качества описания данных, что хотя не избавляет от «сюрпризов природы», но позволяет надеяться на лучшую оправдываемость прогнозов.

Предположим, что рассматриваемый материал имитирует динамику запаса популяции горбуши, в таком случае согласно уравнению (3), прогноз на 31-й год (от нереста в 29-м году 20 млн рыб) должен составить:

$$R = 1,5 \cdot 20 \text{ млн рыб} \cdot \exp\left(-\frac{20 \text{ млн рыб}}{10 \text{ млн рыб}} + \left(\frac{29-11}{15}\right)^2\right) \approx 17,3 \text{ млн рыб.}$$

Как видим, из всех вариантов описания (см. таблицу) генерированных данных наиболее близок к эталону последний (уравнение (6), $R = 16,7$ млн рыб), т.е. при наличии временного тренда изменчивости численности потомков для прогноза наибольшую «ценность» представляют данные последних лет, но результат мог быть другим, если бы длина ряда для описания верхнего уровня воспроизводства была бы иной. Например, если бы оказалось, что при 5 парах наблюдений последних лет регрессия незначима на принятом уровне по причине малого числа наблюдений, а увеличение их числа сопряжено с уменьшением коэффициента детерминации, изменением параметров уравнения и прогноза запаса.

Следует обратить внимание и на изменчивость величины оптимального пропуска рыб на нерестилища (см. таблицу). Согласно устаревшей концепции начала прошлого века, до сих пор подерживаемой некоторыми исследователями, оптимальной считалась численность производителей, достаточная для заполнения всей нерестовой площади (норма пропуска). Данный показатель находили делением нерестового фонда на площадь одного нерестового гнезда, т.е. оптимум принимался постоянным, не зависящим от уровня воспроизводства. Соответственно, постоянной принималась и «норма плотности» рыб на нерестилищах как ориентир оперативного регулирования «нормы пропуска». Запрет промысла считался рациональным при прогнозе численности потомков меньше «нормы пропуска», в нашем примере около 10,7 млн рыб (коэффициент b уравнения (4)). Оперативное регулирование промысла обычно осуществлялось на основе контроля плотности рыб на нерестилищах в целях достижения «нормы плотности» и, соответственно, «нормы пропуска».

Как следует из результатов имитационного моделирования, при анализе соотношения «родители–потомки» без учета трендовой составляющей изменчивости условий воспроизводства (см. рис. 3, 4) прогнозируемая численность потомков была бы всегда меньше 10,7 млн рыб. Соответственно, средняя плотность рыб на нерестилищах, по меньшей мере в период низкого уровня воспроизводства, всегда была бы ниже «нормы». При строгом соблюдении мер регулирования промысла при ориентировке на прогноз промысел был бы запрещен в течение всех 30 лет. При раздельном анализе материала по уровням воспроизводства промысел можно было бы вести на протяжении всего 4–5 последних лет (рис. 5).

Стратегия данной концепции ориентирована на полное заполнение нерестилищ, гарантирующее максимальный возврат потомков, в то время как согласно теории рыболовства оптимальной счи-

тается численность родителей, обеспечивающая не максимум численности потомков, а максимум прибавки «урожая» (P_{MSY}), наглядно принципиальная разница данных показателей продемонстрирована нами ранее [Островский, 2021].

Величина P_{MSY} зависит от формы кривой «родители–потомки», поэтому, в отличие от нормы пропуска, не может быть постоянной во времени. Чем ниже уровень воспроизводства, тем более пологой кривой описывается соотношение «родители-потомки» (рис. 5), тем меньше величина оптимального пропуска (см. таблицу). Оптимум пропуска, оцененный на основе концепции MSY (максимального устойчивого вылова) значительно меньше 10 млн рыб (см. таблицу), что дает возможность сохранения промысла даже в условиях относительно низкого уровня воспроизводства. Согласно предосторожному подходу запрет необходимо вводить при прогнозе численности потомков ниже граничного ориентира, в качестве которого принимается значение исторического минимума запаса [Бабаян, 2000], поскольку неизвестно, способен ли он восстановиться при меньшей численности родителей.

Заключение

Результаты имитационного моделирования наглядно демонстрируют, что игнорирование трендовой составляющей динамики численности потомков в условиях направленной изменчивости условий воспроизводства приводит к ошибочным представлениям о закономерностях воспроизводства, что отражается на качестве прогнозов и мерах регулирования промысла. Ограничения промысла, ориентированные на «норму пропуска» с целью полного заполнения нерестилищ и получения максимального возврата потомков, безотносительно к уровню воспроизводства, не соответствуют теории рыболовства.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Выражаю глубокую благодарность Виталию Викторовичу Суханову, лекции которого по информатике были не только полезны, но и увлекательны, а также Ольге Борисовне Ткачевой, взявшей на себя «львиную долю» рутинной работы методико-прогностического отдела, высвободив мне время для творческих поисков.

I express my deep gratitude to Vitaly Viktorovich Sukhanov, whose lectures on computer science were not only useful, but also fascinating, as well as to Olga Borisovna Tkacheva, who took on the «lion's share» of the routine work of the Prognostic Department, freeing me up time for creative searches.

Финансирование работы (FUNDING)

Работа выполнена в рамках программы научно-исследовательских работ ХабаровскНИРО.
The work was carried out within the framework of the KhabarovskNIRO research program.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Работа проведена без непосредственного контакта с рыбами в качестве объекта исследования.
The work was carried out without direct contact with fish as an object of study.

Список литературы

- Бабаян В.К.** Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). Анализ и рекомендации по применению : моногр. — М. : ВНИРО, 2000. — 192 с.
- Бирман И.Б.** Морской период жизни и вопросы динамики стада тихоокеанских лососей : моногр. — Изд. 2-е, доп. — М. : Нацрыбресурсы, 2004. — 171 с.

- Дрейпер Н.Р., Смит Г.** Прикладной регрессионный анализ : моногр. : пер. с англ. — М. : Издат. дом «Вильямс», 2007. — 912 с.
- Кляшторин Л.Б., Любушин А.А.** Циклические изменения климата и рыбопродуктивности : моногр. — М. : ВНИРО, 2005. — 235 с.
- Островский В.И.** Методические аспекты анализа кривых пополнения // Изв. ТИНРО. — 2021. — Т. 201, вып. 1. — С. 219–259. DOI: 10.26428/1606-9919-2021-201-219-259.
- Островский В.И., Пономарев А.С.** Зависимость численности потомков кеты *Oncorhynchus keta* Охотского района от численности родителей и условий воспроизводства // Изв. ТИНРО. — 2020. — Т. 200, вып. 3. — С. 605–617. DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-605-617.
- Рикер У.Е.** Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб : моногр. : пер. с англ. — М. : Пищ. пром-сть, 1979. — 408 с.
- Шунтов В.П., Темных О.С.** Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. — Т. 1. — 481 с.

**ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЫСОКОЧИСЛЕННЫХ СТАД
ИСКУССТВЕННОЙ КЕТЫ *ONCORHYNCHUS KETA* НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА ТУНАЙЧА
(ЮГО-ВОСТОЧНЫЙ САХАЛИН): ПРОБЛЕМЫ И ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ**

Ю.И. Игнатъев, Н.В. Колпаков, В.Д. Никитин, Т.Г. Коренева*

Сахалинский филиал ВНИРО (СахНИРО),
693023 г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196

Аннотация. В бассейне оз. Тунайча осуществляется преимущественно искусственное воспроизводство кеты. Численность ее возврата находится на высоком уровне — более 1 млн рыб. В последние три года (2019–2021 гг.) в бассейне озера регулярно отмечают значительную донерестовую гибель кеты. Масштабы гибели рыб оценивали в результате обследований озера, в том числе с помощью беспилотных летательных аппаратов. Проанализированы данные промысловой статистики, заполнения естественных нерестилищ и особенности миграции нерестовой кеты в озере. Используются данные температуры поверхности океана. Для оценки гидрохимических условий в оз. Тунайча в период массового захода производителей кеты в 2019–2021 гг. отобраны пробы воды в прибрежье оз. Тунайча и в приустьевых участках рек его бассейна. Прибрежный морской промысел не справляется с изъятием промысловой части возврата кеты (не более 10 %), и основная масса рыб через прол. Красноармейский мигрирует из моря в озеро. Перед заходом в реки кета проводит в озере продолжительное время (в среднем 11 дней) и значительные скопления рыбы в акватории озера на фоне неблагоприятных гидрологических условий (низкое содержание кислорода, высокая температура воды) создают опасность ее гибели, особенно на мелководных участках с обилием водной растительности. Необходимо организовать изъятие излишних производителей кеты в бассейне оз. Тунайча. С учетом природоохранного статуса озера это возможно только в прол. Красноармейском на рыбоучетном заграждении Охотского ЛРЗ. Рекомендовано изъятие на нем 50 % нерестовой кеты с начала ее массовой миграции в проливе — с 11 сентября.

Ключевые слова: озеро Тунайча, кета, донерестовая гибель, рыбоучетное заграждение

Для цитирования: Игнатъев Ю.И., Колпаков Н.В., Никитин В.Д., Коренева Т.Г. Особенности эксплуатации высокочисленных стад искусственной кеты *Oncorhynchus keta* на примере озера Тунайча (юго-восточный Сахалин): проблемы и предлагаемые пути решения // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИПРО, 2022. — С. 96–109. DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-96-109.

**Features of exploitation of high-number industrial chum salmon *Oncorhynchus keta*
on the example of Lake Tunaicha (south-eastern Sakhalin): problems and proposed solutions**

Yuriy I. Ignatyev*, Nikolay V. Kolpakov, Vitaly D. Nikitin***, Tatyana G. Koreneva******

*, **, ***, **** Sakhalin branch of VNIRO (SAKHNIRO),
196, Komsomolskaya street, Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia

* head of section, pices@yandex.ru

** D.Biol., head of branch, kolpakov_nv@mail.ru

*** Ph.D., head of laboratory, v.nikitin@sakhniro

**** Ph.D., head of laboratory, t.koreneva@sakhniro.ru

Abstract. In Lake Tunaicha mainly artificial reproduction of chum salmon is carried out. The escapement is at a high level — more than 1 million fish. Significant pre-settlement mortality of chum salmon has been regularly ob-

* Игнатъев Юрий Иванович, заведующий сектором, pices@yandex.ru, ORCID 0000-0003-2096-5769; Колпаков Николай Викторович, доктор биологических наук, руководитель филиала, kolpakov_nv@mail.ru, ORCID E-1091-2013; Никитин Виталий Дмитриевич, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, v.nikitin@sakhniro; Коренева Татьяна Георгиевна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией, t.koreneva@sakhniro.ru, ORCID 0000-0003-1030-3286.

© Игнатъев Ю.И., Колпаков Н.В., Никитин В.Д., Коренева Т.Г., 2022

served in the lake basin over the last three years (2019–2021). The scale of fish mortality was estimated based on the results of surveys of the lake, including those carried out with the help of UAVs. The data of fishing statistics, the filling of natural spawning grounds and the features of spawning chum salmon migration were analyzed. The sea surface temperature (SST) data was used. To assess the hydrochemical conditions in Lake Tunaicha during the period of mass entry of chum salmon spawners in 2019–2021, water samples were taken in the coastal area of Lake Tunaicha and in the estuarine sections of the rivers of its basin. The coastal marine fishery cannot keep up with the withdrawal of the commercial part of chum salmon return (no more than 10 %), and most of the fish migrate from the sea to the lake through the Krasnoarmeisky Strait. Before entering the rivers the chum salmon spends a long time in the lake (average of 11 days), and significant accumulations of chum salmon create a danger of fish mortality due to unfavorable hydrological conditions (low oxygen content, high water temperature), especially in shallow areas with an abundance of aquatic vegetation. It is necessary to organize the withdrawal of chum salmon brood stock surplus in the basin of Lake Tunaicha. Taking into account the nature protection status of the lake, this is only possible to implement in the Krasnoarmeisky Strait at the Okhotsk salmon fish farm fish accounting barrier. It is recommended to remove 50 % of the spawning chum salmon there from the beginning of its mass migration in the strait — from September 11.

Keywords: Tunaicha Lake, chum salmon, pre-settlement mortality, fish accounting barrier

For citation: Ignatyev Yu.I., Kolpakov N.V., Nikitin V.D., Koreneva T.G. Features of exploitation of high-number industrial chum salmon *Oncorhynchus keta* on the example of Lake Tunaicha (south-eastern Sakhalin): problems and proposed solutions, in *Byull. N 16 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 16 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2022, pp. 96–109. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-96-109.

Введение

Лагунное оз. Тунайча является крупнейшим внутренним водоемом Сахалинской области, оно соединяется с зал. Мордвинова (Охотское море) прол. Красноармейским. Основу запаса кеты *Oncorhynchus keta* бассейна оз. Тунайча составляют рыбы искусственного происхождения, на р. Ударница с 1933 г. функционирует Охотский ЛРЗ (рис. 1). До 1945 г. выпуск молоди кеты на нем в среднем составлял 4,4 млн экз. в год. После освобождения южной части о. Сахалин от японцев с 1948 по 1975 г. объемы выпуска молоди кеты были постепенно увеличены с 1,8 до 34,7 млн мальков. Однако до реконструкции Охотского ЛРЗ в середине 90-х гг. прошлого века индекс возврата зрелых рыб оставался сравнительно низким [Каев и др., 2015]. С 1996 г. наметился рост возвратов «заводской» кеты. На фоне стабильных объемов выпуска молоди (в среднем 22,2 млн мальков) за последние 25 лет численность возврата кеты в бассейн оз. Тунайча увеличилась в 23 раза — с 48,500 тыс. экз. (среднее за 1987–1995 гг.) до уровня 1,117 млн рыб (среднее за 2017–2021 гг.) (рис. 2). В последние годы общая биомасса возвращающихся в озеро производителей составляет около 3 тыс. т.

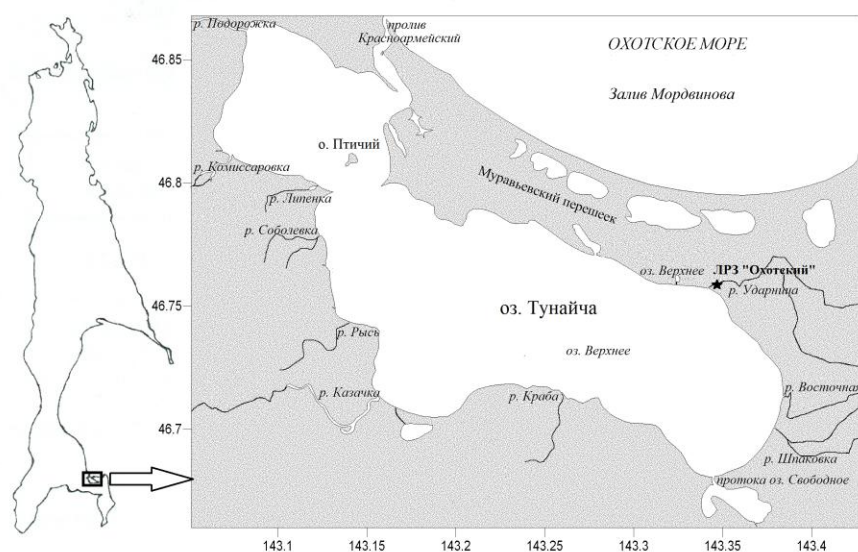


Рис. 1. Карта-схема оз. Тунайча. Звездочкой отмечено положение Охотского ЛРЗ на р. Ударница

Fig. 1. Tunaicha Lake schematic map. The Okhotsk salmon fish farm at Udashnitsa River is marked by an asterisk

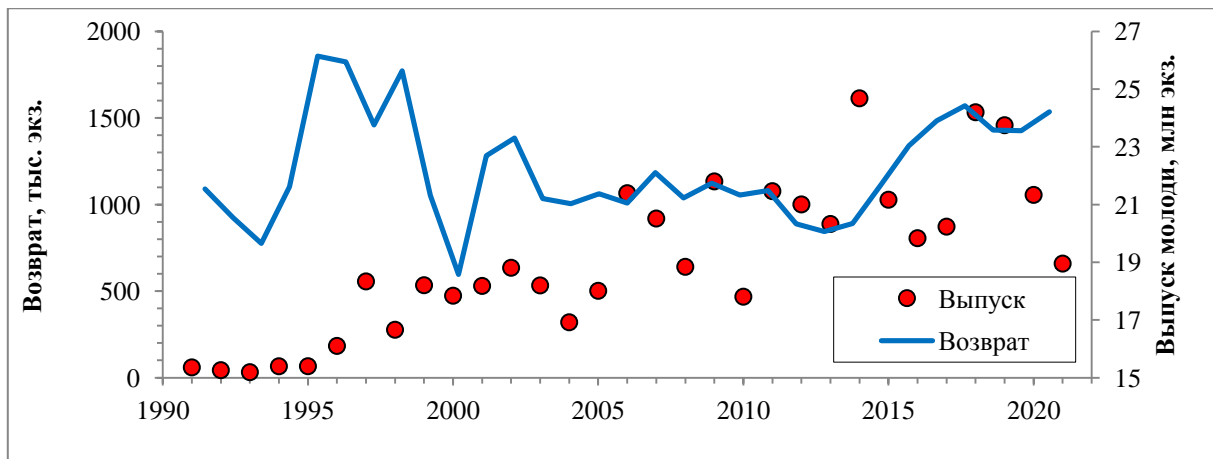


Рис. 2. Выпуск молоди и возврат производителей кеты Охотского ЛРЗ
 Fig. 2. The Okhotsk salmon fish farm chum salmon juveniles release and brood fish return

Прибрежный промысел в зал. Мордвинова (Охотское море) не справляется с изъятием промысловой части возврата, и основная масса рыб через прол. Красноармейский мигрирует из залива в озеро. Перед заходом в реки кета проводит в озере достаточно продолжительное время. Значительные ее скопления в акватории озера (рис. 3) на фоне высокой температуры воды создают опасность формирования заморных явлений, особенно на мелководных участках, обильно поросших водной растительностью [Коренева, Полтев, 2020]. В последние три года (2019–2021 гг.) в бассейне оз. Тунайча регулярно отмечается гибель преднерестовой кеты (рис. 4). Ситуация усугубляется невозможностью промыслового изъятия рыбы в озере. Природоохранный статус озера в качестве памятника природы запрещает промышленное рыболовство (за исключением лова рыбы для обеспечения деятельности Охотского ЛРЗ).



Рис. 3. Массовые скопления производителей кеты в оз. Тунайча в районе устьев рек Восточная (слева) и Казачка (справа) (12.09.2017)
 Fig. 3. Chum salmon brood fish mass gatherings in Vostochnaya (right) and Kazachka (left) rivers estuaries in Tunaicha Lake

В солоноватых водах оз. Тунайча формируются оптимальные для раннего нагула молоди кеты условия. Успешный опыт ее искусственного воспроизводства в бассейне озера вызывает высокий интерес инвесторов к увеличению объемов выпуска молоди. На сегодняшний день предпринимаются усилия по расширению масштабов искусственного воспроизводства кеты в бассейне оз. Тунайча. На р. Комиссаровка идет строительство ЛРЗ мощностью 30 млн мальков кеты, т.е. в обозримой перспективе общий возврат кеты искусственного происхождения может превысить 6 тыс. т, что, вероятно, будет способствовать еще большему ухудшению ситуации с донерестовой гибелью рыб.



Рис. 4. Преднерестовая гибель производителей кеты в оз. Тунайча: верхний ряд **слева** — район устья р. Рысь (13.09.2021), **справа** — р. Казачка (11.09.2021); нижний ряд — в районе устья р. Восточной (19.09.2021)

Fig. 4. Chum salmon brood fish pre-settlement mortality in Tunaicha Lake: top row, **left** — Rys river estuary area, top row, **right** — Kazachka river; bottom row — Vostochnaya river estuary area

Цель данной работы — проанализировать особенности преднерестовой миграции кеты и обстоятельства ее гибели в бассейне оз. Тунайча и предложить возможные меры по снижению донерестовой смертности рыб.

Материалы и методы

При изучении динамики хода кеты в зал. Мордвинова и бассейне оз. Тунайча использованы официальные данные промысловой статистики, данные, предоставленные ООО «Салмо» (арендатор Охотского ЛРЗ) и результаты проведения контрольных ловов Сахалинского филиала ВНИРО (СахНИРО). При оценке численности стада кеты Охотского ЛРЗ использована база биостатистических данных для этого предприятия с 1983 г. и архивные данные СахНИРО.

Данные по заполнению нерестилищ кеты в бассейне оз. Тунайча за ряд лет предоставлены Сахалинским филиалом Главрыбвода. Данные по донерестовой гибели кеты в бассейне озера в 2019–2021 гг. получены в результате совместных обследований озера и приустьевых участков рек сотрудниками СахНИРО, Сахалинского филиала Главрыбвода и Сахалино-Курильского территориального управления Росрыболовства.

Материал для оценки гидрохимических условий, характеризующих оз. Тунайча в период массового захода производителей кеты, был собран в рамках комплексных работ, выполненных в 2019–2021 гг. Пробы воды отбирали в прибрежье оз. Тунайча и в приустьевых участках рек его бассейна (реки Восточная, Ударница, Казачка, Дальняя, Шпаковка). В момент отбора проб портативным рН-метром МА-130 фирмы Mettler Toledo измеряли температуру и рН воды. Долю насыщения воды растворенным кислородом рассчитывали по таблицам Грина-Кэррита после измерения его концентрации методом Винклера*.

Плотность производителей кеты в прибрежной зоне оз. Тунайча определяли подсчетом на аэрофотоснимках, полученных с использованием беспилотного летательного аппарата DJI Phantom 4 Pro с высоты 10 м. Траты кислорода на дыхание рыб (R , кал/ч) вычисляли в зависимости от их массы (W) по формуле $R = 1,425W^{0,81}$ [Радзинская, Никольская, 1982]. При расчете общего количества потребленного кислорода исходили из соотношения $1 \text{ мг } O_2 = 3,4 \text{ кал}$ [Общая гидробиология..., 2013].

Использованы данные температуры поверхности океана (ТПО), полученные с помощью системы TERASCAN в поверхностном слое (1 см) с разрешением в 2 км на акватории зал. Мордвинова.

Результаты и их обсуждение

Озеро Тунайча расположено в южной части о. Сахалин, в юго-восточной части Тонино-Анивского полуострова. Средняя глубина озера — 12 м, максимальная — 45 м, длина — 28 км, ширина от 9,5 до 2,5 км, площадь акватории — 173,4 км², площадь водосбора 554 км² [Микишин и др., 1995; Водная биота..., 2016]. Строительство в середине 1970-х гг. автодорожного моста через прол. Красноармейский, соединяющий озеро с Охотским морем, привело к обмелению пролива и серьезным изменениям гидрологии озера. До строительства соленость поверхностного слоя воды в озере составляла около 6,0 ‰, а в 2001 г. — уже 2,6 ‰ [Лабай, Роготнев, 2005]. Водная масса оз. Тунайча четко разделена на два слоя: верхний с активной динамикой и нижний застойный. Двухслойная структура вод отчетливо проявляется в распределении растворенного кислорода сероводорода и биогенов. Минимальная концентрация растворенного кислорода, при максимальных концентрациях сероводорода и биогенов свойственна нижнему слою (изобаты более 15 м), что позволяет охарактеризовать его как абиотический [Лабай, Роготнев, 2005].

В озеро впадают 34 водотока, по данным Сахалинского филиала Главрыбвода общая площадь нерестилищ кеты в 9 из них — 32372 м². Самые крупные нерестовые реки — Подорожка, Комиссаровка, Казачка. Вклад нативной кеты в запас стада оз. Тунайча невелик в связи с высоким прессом ННН-промысла и низкой численностью производителей на нерестилищах.

Сроки хода производителей кеты. Первые подходы кеты в зал. Мордвинова отмечаются во второй половине августа. В последние годы (2016–2021 гг.) в среднем 80 % вылова кеты в заливе пришлось на последнюю декаду августа и первую декаду сентября (рис. 5). В прибрежном промысле было задействовано от 2 до 6 (в среднем 4) ставных неводов. Следует отметить, что вылов в заливе на порядок меньше вылова кеты в бассейне оз. Тунайча, в 2016–2021 гг. вылов кеты в заливе варьировал от 70 до 294 т, или от 3,6 до 9,1 % от общего ее улова. Дело в том, что кета в заливе образует скопления на удалении от берега, а ее заход в прол. Красноармейский происходит преимущественно перпендикулярно береговой линии. При этом максимальная разрешенная длина центрального крыла в соответствии с действующими Правилами рыболовства на приустьевых неводах составляет 1 км и на остальных — 3 км. Таким образом, промысел

* РД 52.10.736-2010. Руководящий документ. Объемная концентрация растворенного кислорода в морских водах. Методика измерений йодометрическим методом. М.: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Росгидромет, 2010. 20 с.

кеты оз. Тунайча ставными неводами малоэффективен и прибрежный лов не в состоянии освоить даже половину возвращающихся на нерест производителей.

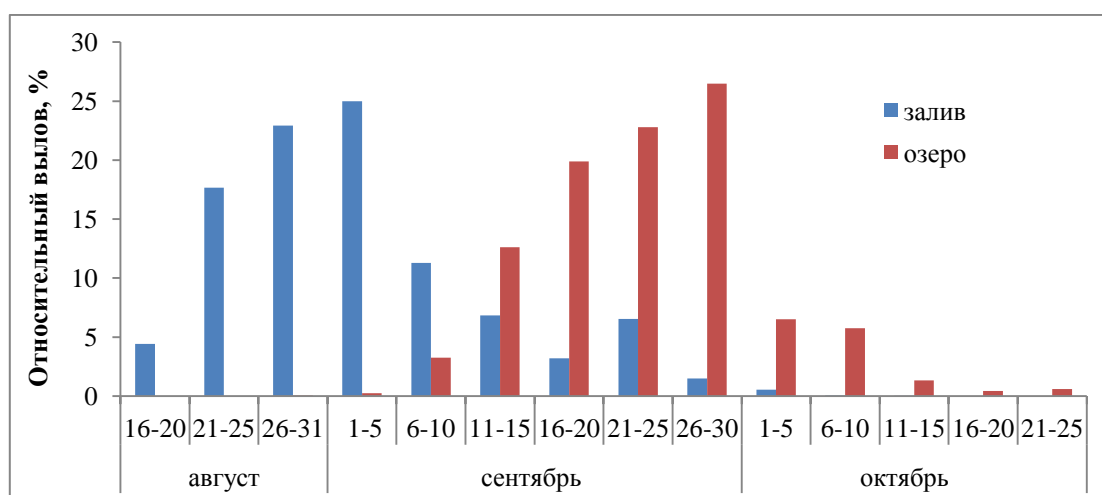


Рис. 5. Динамика относительного вылова кеты в зал. Мордвинова и в р. Ударница (среднее за 2016–2021 гг.)

Fig. 5. Chum salmon relative catch dynamics in Mordvinov Bay and Udarnitsa river (average of 2016–2021)

Наибольшая миграционная активность отмечается с приливом, в светлое время суток. Большую часть рыб вылавливают в устье р. Ударница на подходе к забойке Охотского ЛРЗ, из них в среднем 82 % добывают во второй и третьей декадах сентября (рис. 5). Подходы кеты в р. Ударница продолжаются до конца второй декады октября.

Для регулирования пропуска и учета нерестовой кеты в прол. Красноармейском ежегодно устанавливается рыбоучетное ограждение (РУЗ). До 2016 г. на нем производили изъятие излишних производителей кеты. В последние 5 лет для обеспечения пропуска производителей на естественные нерестилища осуществляется только учет мигрирующих в оз. Тунайча рыб, без изъятия. Осредненные за 5 последних лет результаты учета кеты на РУЗ представлены в табл. 1, они хорошо согласуются с имеющейся динамикой вылова и пропуска производителей на РУЗ в 2012 г. — почти 90 % кеты мигрирует в озеро через пролив в период с 11 по 30 сентября.

Таблица 1

Динамика хода кеты в прол. Красноармейском, %

Table 1

Chum salmon run dynamics in Krasnoarmeysky strait, %

Учетные работы	Сентябрь						Октябрь	
	1–5	6–10	11–15	16–20	21–25	26–30	1–5	6–10
Вылов и пропуск кеты на РУЗ в 2012 г.	0,7	6,6	20,4	29,7	29,4	8,6	2,6	2,0
Пропуск кеты на РУЗ в 2017–2021 гг.	1,1	7,6	22,2	26,1	25,3	15,4	2,3	–

Миграция и распределение кеты в озере. В 1997 и 1998 гг. сотрудниками СахНИРО совместно с ихтиологической службой Сахалинрыбвода и рыбводами ТОО «Салмо» проведены работы по выяснению продолжительности миграции рыб в оз. Тунайча методом мечения с использованием подвесных меток. В 1997 г. рыб метили в море в 150 м от прол. Красноармейского, в 1998 г. — непосредственно в проливе. Поиск меток проводили на забойке р. Ударница, а также при пешем обходе рек, впадающих в озеро [Игнатъев, Коряковцев, 2001].

По данным мечения рыбы искусственного воспроизводства проводят в озере от 3 до 28 сут, за это время они дозревают, стадия зрелости их половых продуктов с III–IV и IV изменяется на IV–V и V. Кратчайший путь от места мечения до устья р. Ударница — 22 км. Средняя продолжительность пребывания меченой кеты в озере до захода в р. Ударница в 1997 г. составила 15 сут, в 1998 г. — 11 сут (табл. 2). Бо-

лее продолжительная миграция меченой кеты в 1997 г., на наш взгляд, обусловлена ее задержкой в предустьевом участке пролива в связи с термогалинной адаптацией рыб.

Таблица 2

Продолжительность миграции кеты Охотский ЛРЗ в оз. Тунайча

Table 2

The Okhotsk salmon fish farm Chum salmon migration duration time in Tunaicha Lake

Год	Помечено, экз.	Возврат,		Продолжительность миграции, сут	
		Экз.	%	Среднее	Пределы
1997	381	22	5,8	14,9	4–28
1998	886	22	2,5	10,8	3–21

Несмотря на то что площадь нерестилищ кеты в реках бассейна оз. Тунайча достаточно значительная (32,4 тыс. м²), дикая кета здесь не рассматривается в качестве отдельной единицы запаса. Многолетний браконьерский пресс на естественные популяции кеты в бассейне озера с изначально небольшим воспроизводительным потенциалом ставит под сомнение сам факт их сохранения до настоящего времени. По нашему мнению, заход производителей кеты в реки на естественный нерест во многом следует рассматривать как результат стрейнга рыб искусственного разведения. Отчасти это также результат деятельности ООО «Салмо» по восстановлению диких популяций. Рыбоводы ежегодно проводят выпуски молоди кеты с Охотского ЛРЗ не только в р. Ударница, но и в реки Восточная, Шпаковка, Казачка, Подорожка, Комиссаровка, оз. Верхнее, прол. Красноармейский и непосредственно в оз. Тунайча. В 2016 г. выпуск молоди в эти водоемы составил 1,190 млн, в 2017 г. — 2,220, в 2018 г. — 2,233, в 2019 г. — 3,225 млн мальков кеты. Возврат от выпуска молоди в перечисленные годы частично обеспечил заход зрелой кеты в реки в 2021 г. Соответственно, ценность рыб естественного воспроизводства в бассейне оз. Тунайча с точки зрения сохранения биологического разнообразия весьма сомнительна.

Судя по имеющимся данным, с 2009 по 2015 г. заполнение нерестилищ в бассейне озера было крайне низким, что не позволило достоверно оценить заход рыб в реки. За 2016 и 2017 гг. имеются данные учета кеты в реках Восточная и Шпаковка. Плотность заполнения нерестилищ в этих реках в разные годы изменялась от 56 до 75 % от нормы (160 экз./100 м²). Численность производителей в реках в 2019 и 2020 гг. оценена для всего бассейна оз. Тунайча и не отражает характер распределения кеты по различным водоемам. В сентябре 2021 г. из 9 нерестовых водоемов кеты были обследованы 7, при этом отмечен заход рыб в реки, официально не имеющие нерестилищ кеты (рис. 6, табл. 3).

Результаты учета показали, что заполнение нерестилищ кеты в бассейне озера крайне неравномерно. Самые низкие показатели численности кеты отмечены в реках западного и южного побережья (табл. 3), самые высокие — в реках юго-восточного побережья (реки Восточная и Шпаковка), а также в районе расположения Охотского ЛРЗ в р. Ударница. Расстояние от устья р. Ударница до этих водотоков около 4 и 6 км, соответственно. Высокий относительный показатель заполнения нерестилищ в р. Казачка (466,4 % от нормы) обусловлен скорее недооценкой площади нерестилищ кеты в этом третьем по протяженности водотоке в бассейне оз. Тунайча. В р. Подорожка производителей не отмечено (табл. 3), так как она протекает вдоль оживленной автомобильной трассы со множеством съездов, ее берега — излюбленные места отдыха и рыбной ловли сахалинцев. Как правило, лососи по ней до нерестилищ не доходят. Представленные данные указывают на отсутствие в большинстве нерестовых водоемов в бассейне озера значимых по численности популяций кеты, а наличие таковых в реках Шпаковка и Восточная обусловлено скорее стрейнгом рыб искусственного происхождения с Охотского ЛРЗ, а также рыбоводной и рыбоохранной деятельностью сотрудников ЛРЗ.

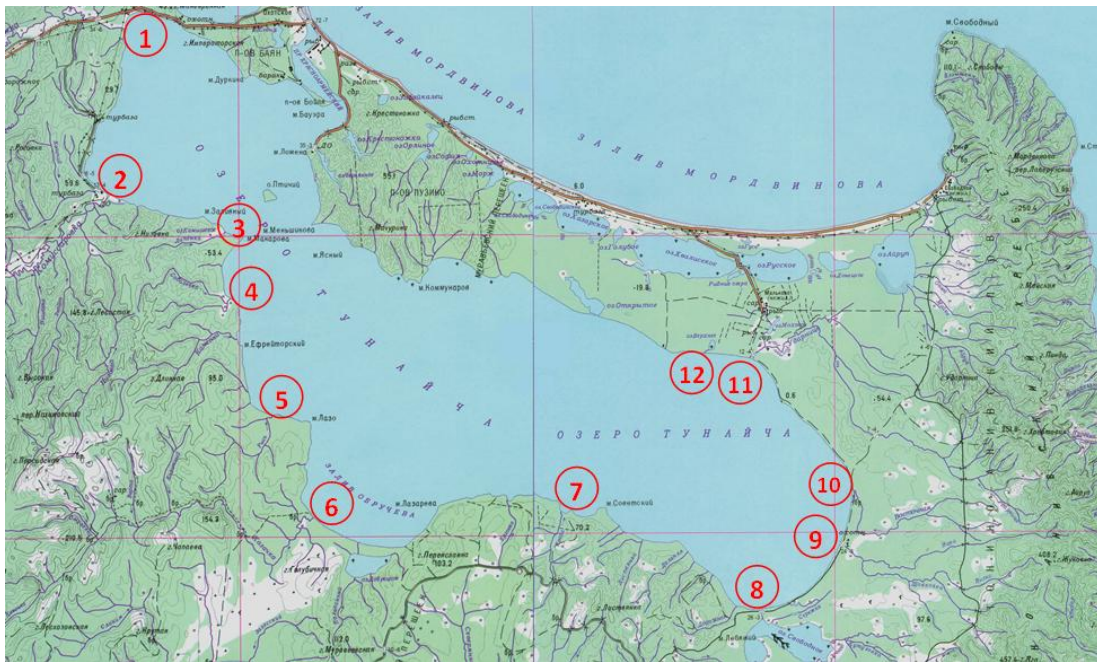


Рис. 6. Водоемы бассейна оз. Тунайча, обследованные при учете производителей кеты в 2021 г.: 1–7 — реки Подорожка, Комиссаровка, Липенка, Соболевка, Рысь, Казачка, Краба; 8 — протока оз. Свободного; 9–11 — реки Шпаковка, Восточная, Ударница; 12 — оз. Верхнее

Fig. 6. Tunaicha Lake reservoirs studied in course of chum salmon brood fish count in 2021: 1–7 — Podorozhka river, Komissarovka river, Lipenka river, Sobolevka river, Rys river, Kazachka river, Kraba river; 8 — Svobodnoye Lake duct; 9–11 — Shpakovka river, Vostochnaya river, Udarnitsa river; 12 — Verkhneye Lake

Таблица 3

Данные учета численности кеты в бассейне оз. Тунайча в 2021 г.

Table 3

Tunaicha Lake 2021 chum salmon count data

Водоем	Длина реки, км	Площадь нерестилищ, м ²	Кол-во, экз.	Плотность заполнения нерестилищ, %
<i>Реки западного и южного побережья оз. Тунайча</i>				
Подорожка	23	3000	Н/д	—
Комиссаровка	37	16000	100	0,39
Липенка	4	Нет	100	—
Соболевка	4,5	Нет	70	—
Рысь	4,5	200	70	21,88
Казачка	17	70	500	446,43
Краба	4,5	Нет	80	—
Протока оз. Свободного	—	800	70	5,47
<i>Реки юго-восточного побережья оз. Тунайча</i>				
Шпаковка	7	10732	10000	58,24
Восточная	7	1000	7000	437,50
Ударница	15	470	700*	93,09
Оз. Верхнее	—	100	180	112,50

Примечание. Н/д — нет данных.

* Пропущено на естественный нерест через РУЗ в р. Ударница.

Донерестовая гибель производителей кеты. Гибель производителей кеты периодически наблюдалась в прол. Красноармейском и на акватории оз. Тунайча и ранее, но с началом увеличения численности кеты Охотского ЛРЗ в 1996 г. ее масштабы многократно возросли и экономический ущерб от этого явления стал особенно заметен. Так, в 1997 г. отмечена массовая гибель рыб в бассейне озера: 12 тыс. экз. погибло перед рыбоводной забойкой и в устье р. Ударница; 4 тыс. экз. выброшено штормом в районе р. Ударница; 130 тыс. экз. погибло в мелководной юго-западной части озера; 50 тыс. экз. погибло в прол. Красноармейском (информация от специалистов Сахалинрыбвода и

Охотского ЛРЗ). Представленные данные, по всей видимости, не были заактивированы, но если они достоверны, то донерестовая гибель кеты составила 24,2 % от всего ее возврата в 1997 г.

В конце сентября 2019 г. отмечена гибель кеты в р. Восточной и в акватории оз. Тунайча. Погибшая кета находилась вдоль всей береговой полосы оз. Тунайча от устья р. Ударница и до устья р. Шпаковка [Коренева, Полтев, 2020]. Общее количество выброшенной здесь на берег кеты оценено приблизительно в 35 тыс. особей (112 т) — 3,9 % от мигрировавших в озеро. В результате осмотра погибших рыб и анализа полученной гидрохимической информации сделано предположение, что причиной их гибели являлась асфиксия, вызванная дефицитом растворенного в воде кислорода. Представляется, что гибель произошла за короткий отрезок времени при наложении нескольких факторов — высокой плотности скоплений, усиленного ночного потребления кислорода водной растительностью, его расходования на окисление органических веществ и др. [Коренева, Полтев, 2020].

В 2020 г. 30 сентября сотрудниками «СахНИРО» проведено обследование части бассейна предустьевой части р. Ударница в 2,0 км влево и 1,5 км вправо от устья реки. Была установлена гибель 17 тыс. производителей кеты — 40,8 т. Еще 300 экз. производителей, погибших в результате замора, обнаружено в оз. Верхнем. Донерестовая гибель производителей составила 2,0 % от мигрировавших в озеро. Гидрохимический анализ проб, отобранных в местах массового скопления погибшей рыбы, показал наличие значительного дефицита кислорода (в 1,9–2,5 раза ниже норматива), что могло послужить причиной ее гибели.

В 2021 г. первая информация о гибели кеты в оз. Тунайча поступила в начале сентября. В результате обследования 2 сентября приустьевых участков рек озера от р. Казачка до р. Ударница (и по ходу движения катера в озере) выявлена донерестовая гибель 500 экз. зрелой кеты. Температура воды в озере была высокой — от 19,9 до 21,5 °С, содержание растворенного в воде кислорода изменялось от 3,9 до 8,4 мг/л. В основном содержание кислорода в воде на удалении от берега не превышало 5 мг/л, в прибрежье было выше — 7 мг/л. Отмечено массовое цветение синезеленых водорослей и значительное количество отмершей водной растительности, особенно характерное для мелководных участков с незначительным влиянием стока рек — от устья р. Ударница до устья р. Восточной. Для этих же рек характерны наиболее низкие, не соответствующие рыбохозяйственному нормативу (6,0 мг/л)*, значения концентрации растворенного в воде кислорода (4,3–5,2 мг/л).

В конце месяца, 24 сентября, была обследована часть акватории оз. Тунайча и р. Восточной. Вода в реке и озере чистая. Температура воды в озере 15,2 °С, в реке — 12,6 °С, содержание кислорода — 9,4 мг/л. В реке обнаружено 333 экз. мертвой кеты, в акватории озера — 1960 экз. Мертвая кета плавала на поверхности озера.

Необходимо отметить, что фактические масштабы гибели кеты в последние 3 года могли быть существенно выше, так как обследовалась только часть акватории озера и нерегулярно. Согласно расчетам, одна особь кеты массой 2400 г при температуре воды 20 °С тратит на дыхание 779 кал/ч, т.е. потребляет 230,5 мг O₂. При плотности производителей, например, в 370 экз./100 м², отмеченной перед устьем р. Восточной в сентябре 2017 г. (рис. 3), в ночное время уже через 3 ч произойдет падение количества растворенного кислорода со 100 % насыщения (9,17 мг/л) до дефицитного (менее 6,0 мг/л), и возникнет опасность замора. Сделанные ранее выводы о гибели производителей кеты в оз. Тунайча в результате асфиксии, вызванной дефицитом растворенного в воде кислорода [Коренева, Полтев, 2020], подтверждаются данными расчетами.

Регулярность, с которой в последние годы отмечают в бассейне оз. Тунайча факты донерестовой гибели кеты, может быть обусловлена трендами изменения фоновых температурных условий.

* Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552 [Электронный ресурс] // Консорциум Кодекс: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420389120> (дата обращения: 28.02.2021).

Доступный источник многолетних данных поверхностных температур в районе исследований — это данные спутникового наблюдения верхнего слоя воды в зал. Мордвинова. На рис. 7 представлены отклонения среднедекадных температур сентября в заливе от его среднего значения за 23-летний период (1998–2021 гг.).

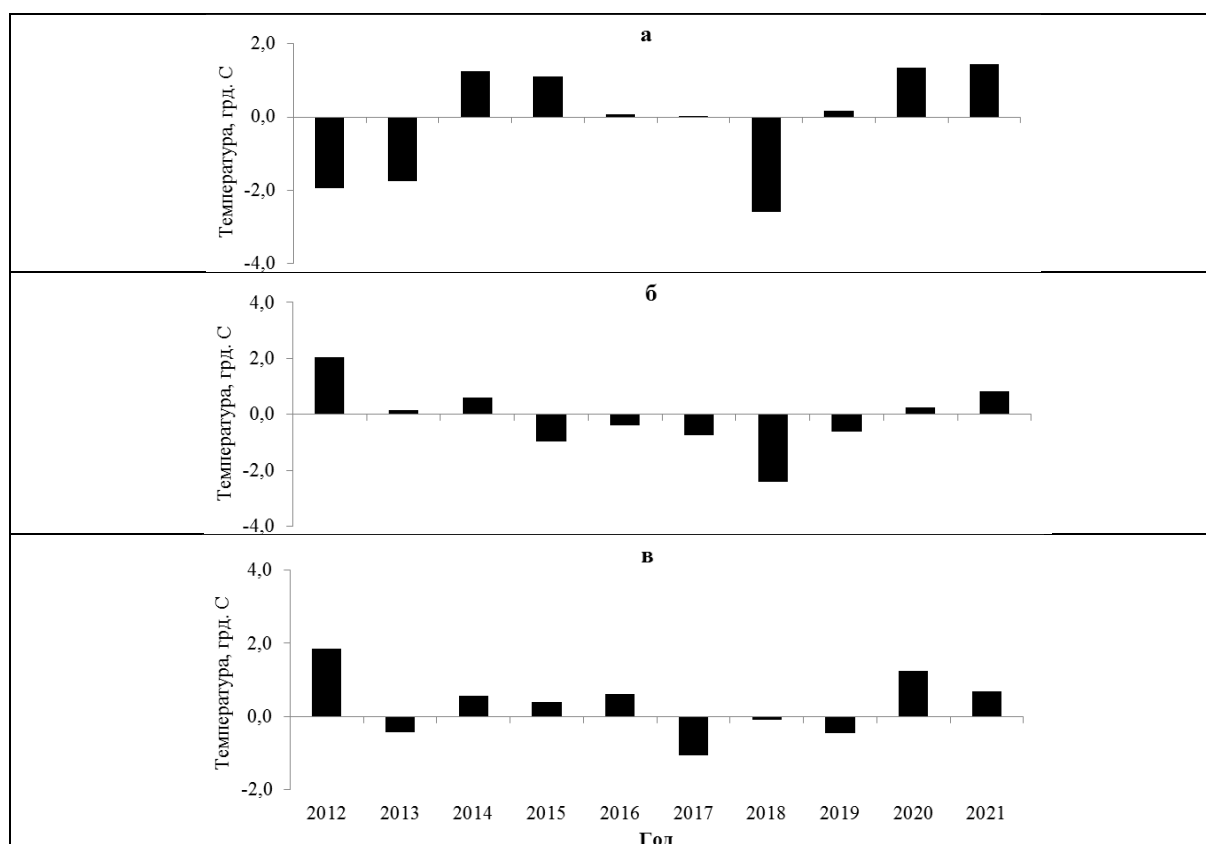


Рис. 7. Температурные аномалии среднедекадных значений в зал. Мордвинова в сентябре: **а** — I декада; **б** — II декада; **в** — III декада

Fig. 7. Mordvinov Bay average decade readings temperature anomalies in September: **a** — I decade; **б** — II decade; **в** — III decade

Действительно, отмеченные факты донерестовой гибели кеты в 2020 и 2021 гг. соответствуют положительным температурным аномалиям в сентябре. В то же время факты донерестовой гибели рыб в 2019 г. зафиксированы на фоне незначительной положительной аномалии в I декаде сентября ($0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$) и отрицательных аномалий во II и III декадах — соответственно $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Нерестовый ход кеты в 2017 и 2018 гг. проходил преимущественно на фоне отрицательных аномалий, до $-2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, что могло способствовать снижению риска гибели рыб в озере. Следует отметить, что положительные аномалии температуры в период с 2012 по 2016 г. не сопровождалась значительной донерестовой гибелью кеты. По всей видимости, это связано с тем, что до 2016 г. излишних производителей изымали на РУЗ в прол. Красноармейском.

Из представленных данных можно сделать вывод, что повышенные температуры в районе исследований несомненно способствуют донерестовой гибели кеты, но важную роль в этом явлении играет плотностной фактор. Ситуация может измениться в еще худшую сторону после начала действия ЛРЗ на р. Комиссаровка с объёмом выпуска 30 млн мальков кеты. Если индекс возврата кеты этого предприятия будет на уровне Охотского ЛРЗ, то возврат кеты в бассейн озера может составить около 6 тыс. т, или порядка 2,5 млн рыб. Из них прибрежным промыслом в зал. Мордвинова можно будет изъять около 10 %, остальные 2,2 млн рыб через прол. Красноармейский мигрируют в оз. Тунайча. Увеличение количества рыб в озере на фоне неблагоприятной гидрологии может вызвать ла-

винообразное увеличение количества погибших рыб и общее ухудшение экологической обстановки в бассейне оз. Тунайча.

Возможные меры по предотвращению донерестовой гибели кеты. Очевидно, что для сведения к минимуму донерестовой гибели кеты необходимо обеспечить ее максимальное промысловое изъятие до миграции в акваторию оз. Тунайча. При том что ставные невода в зал. Мордвинова в состоянии освоить порядка 10 % возврата кеты, наиболее рациональный выход — это организация изъятия рыб в прол. Красноармейском. Однако здесь возникают некоторые проблемы с правилами регулирования вылова лососей.

С одной стороны режим памятника природы «Озеро Тунайча» допускает: рыболовство Охотским ЛРЗ. До 2016 г. на РУЗ в проливе кроме учета и регулирования пропуска производителей кеты осуществляли изъятие их излишков. В последние 5 лет, когда в проливе осуществлялся промышленный вылов кеты (2012–2016 гг.), он варьировал от 100 до 1509 т (в среднем 819 т). В связи с ужесточением правил установки и эксплуатации РУЗ вылов кеты в проливе был прекращен.

В настоящее время установка РУЗ осуществляется в соответствии с пунктами 22.14 и 22.17 Правил рыболовства в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне (приказ Минсельхоза России от 23.05.2019 № 267 «Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна»), их устанавливают на основании решения Комиссии по регулированию добычи (вылова) анадромных видов рыб для предотвращения заморных явлений в водных объектах, в которых осуществляется выпуск молоди тихоокеанских лососей рыбоводными заводами.

Тот факт, что ООО «Салмо» выпускает некоторое количество молоди кеты непосредственно в прол. Красноармейский, позволяет установку в нем РУЗ для учета и регулирования пропуска производителей. Однако в соответствии с рекомендациями по установке РУЗ в период нерестовой миграции тихоокеанских лососей в Сахалинской области, утверждёнными решением биологической секции учёного совета ВНИРО от 05.08.2020 № 48, одно из условий изъятия излишних производителей кеты — пропуск в водный объект производителей горбуши или кеты в количестве не менее 70 % от необходимого количества для оптимального заполнения естественных нерестилищ (в том числе 20 % для компенсации преднерестовой гибели).

Для оптимального заполнения нерестилищ кеты в водоемах бассейна оз. Тунайча необходимо пропустить на нерест 51,8 тыс. производителей кеты. Через пролив в озеро пропускают во много раз больше, но как уже отмечено распределение кеты по естественным нерестилищам неравномерно. Нерестилища в водоемах юго-восточной части озера (38,0 % нерестового фонда кеты) имеют почти гарантированное заполнение до нормального уровня — реки Шпаковка, Восточная, Ударница и оз. Верхнее.

Нерестилища в западной и южной части озера (62,0 % от нерестового фонда) практически никогда не заполняются до нормы. Последний факт периодически служит предметом спекуляций и манипулирования при организации промысла кеты. Например, в конце 90-х гг. прошлого века пустые нерестилища кеты в бассейне озера использовали в качестве аргумента для препятствия организации ее морского промысла в зал. Мордвинова.

В настоящее время даже при пропуске в озеро порядка 90 % возврата кеты и оптимальном заполнении нерестилищ в районе Охотского ЛРЗ в западной части озера нерестилища кеты полупустые. Как следствие, несмотря на факты донерестовой гибели производителей в бассейне озера (отчасти в результате плотностных факторов) обращения об организации изъятия кеты в проливе не находят поддержки в регулирующих промысел структурах. Основание — заполнение нерестилищ кеты в водоемах западной и южной частях озера ниже 70 % от нормы.

При сохранении такого формального подхода проблема снижения нагрузки на экосистему озера, создаваемую массой мигрирующих производителей кеты, не имеет решения. Необходимо, наконец, признать, что при нынешнем уровне браконьерства даже пропуск всего возврата кеты в озеро не обеспечивает заполнение нерестилищ в западной и южной частях озера.

На наш взгляд при принятии решения об изъятии производителей кеты в прол. Красноармейском необходимо ориентироваться на заполнение нерестилищ в 4 водоемах юго-восточной части озера: реках Шпаковка, Восточная, Ударница и оз. Верхнее. При этом необходимо использовать интегральный показатель для этих водоемов — средневзвешенное (по площади) заполнение нерестилищ.

Необходимо обратить внимание еще на один важный момент. Кета мигрирует в озере к местам воспроизводства в среднем не менее 11 дней (см. табл. 2). У нас нет данных по динамике заполнения нерестилищ кеты, поэтому примем допущение, что нарастающей динамики хода кеты в проливе (%) соответствует заполнение нерестилищ (% от нормы), но со смещением во времени на одну декаду позднее. Например: нарастающему значению хода кеты в проливе на 15 сентября (27,7 %) соответствует заполнение нерестилищ на 25 сентября, или к 20 сентября через протоку мигрирует 57,4 % кеты, при этом заполнение нерестилищ в юго-восточной части озера на эту дату составит 27,7 % (табл. 4).

Таблица 4

Соотношение динамики хода кеты в прол. Красноармейском и заполнения нерестилищ кеты в юго-восточной части озера, %

Table 4

Correlation of chum salmon run dynamics in Krasnoarmeysky strait and chum salmon breeding grounds population levels in the south-eastern area of the lake, %

Показатель	Сентябрь						Октябрь			
	1–5	6–10	11–15	16–20	21–25	26–30	1–5	6–10	11–15	16–20
Нарастающая динамика хода в прол. Красноармейском	0,7	7,3	27,7	57,4	86,8	95,4	98,0	100	–	–
Предполагаемое заполнение нерестилищ	–	–	0,7	7,3	27,7	57,4	86,8	95,4	98,0	100

Из данных табл. 4 следует, что к моменту достижения заполнения нерестилищ кеты до уровня 70 %, в первой пентаде октября, через пролив уже мигрирует более 95 % кеты и изъятие кеты в проливе становится неактуальным. Эти расчеты требуют практического подтверждения, но на наш взгляд 70 %-ный порог заполнения нерестилищ для организации изъятия производителей в прол. Красноармейском в условиях бассейна оз. Тунайча неприменим.

До выработки другого критерия можно рекомендовать 50 %-ное изъятие производителей кеты в проливе с началом их массового хода — 11 сентября. Основанием для этого является высокая численность стада кеты Охотского ЛРЗ. За последние 11 лет (2011–2021 гг.) численность кеты в подходах варьировала от 660 до 1614 тыс. рыб, в среднем 1091 тыс. рыб. Возьмем самый низкий возврат за этот период. Из 660 тыс. рыб 10 % будет выловлено в прибрежье (66,0 тыс.), 594 тыс. пойдет в пролив. При 50 %-ном изъятии в проливе в акваторию озера мигрирует 297 тыс. рыб. Из них необходимо 52 тыс. для заполнения всех нерестилищ кеты и приблизительно 25 тыс. для целей аквакультуры. В остатке сохраняется 2,9 кратный резерв производителей для воспроизводства.

Выводы

Спецификой преднерестовой миграции кеты в бассейне оз. Тунайча является ее нахождение в акватории озера от 3 до 28 дней, в среднем 11 дней, и образование значительных скоплений производителей на мелководных участках с зарослями водной растительности.

Последние три года в бассейне озера регулярно отмечают донерестовую гибель значительного числа производителей кеты. Анализ гидролого-гидрохимических показателей бассейна оз. Тунайча и характер гибели рыб указывает на то, что на отдельных участках акватории озера периодически

складываются условия, неблагоприятные для жизнедеятельности кеты. Это — низкое содержание растворенного кислорода, высокая температура воды, массовый заход рыбы и др., что провоцирует повышенную донерестовую смертность производителей кеты в местах их наибольшего скопления.

Численность кеты в бассейне оз. Тунайча находится на высоком уровне (более 1 млн экз.), в основном это рыбы искусственного воспроизводства. Прибрежный промысел кеты в зал. Мордвинова в состоянии изъять порядка 10 % возврата кеты, остальная рыба через прол. Красноармейский мигрирует в озеро. В связи с планами расширения масштабов искусственного воспроизводства кеты ее возврат может превысить 2 млн экз. Увеличение количества производителей кеты на фоне неблагоприятных гидрологических условий может привести к массовой гибели рыб и ухудшению экологической обстановки в озере. Для предотвращения этого необходимо организовать изъятие излишних производителей кеты в бассейне оз. Тунайча.

С учетом природоохранного статуса оз. Тунайча изъятие в его бассейне производителей кеты возможно только в прол. Красноармейском на РУЗ, установленном Охотского ЛРЗ. Существующая нормативная база допускает начало изъятия кеты на РУЗ только после заполнения нерестилиц на 70 % от нормы. Однако в связи с высоким антропогенным стрессом в водоемах западной и южной части озера (62,0 % от нерестового фонда) нерестилища кеты практически никогда не заполняются до нормы. В качестве критерия начала изъятия кеты в проливе можно использовать средневзвешенное заполнение нерестилиц кеты в водоемах юго-восточной части озера: реки Шпаковка, Восточная, Ударница и оз. Верхнее.

По нашей оценке к моменту заполнения перечисленных водоемов до 70 %-ного уровня через пролив в озеро уже мигрирует порядка 90 % кеты и организация их изъятия в проливе станет неактуальной. До выработки другого критерия начала изъятия производителей кеты на РУЗ можно рекомендовать изъятие на нем 50 % кеты с началом ее массовой миграции в проливе — с 11 сентября.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают искреннюю благодарность специалисту лаборатории океанографии Д.М. Ложкину (СахНИРО) за подготовку данных по ТПО в зал. Мордвинова.

Authors are deeply grateful to the specialist of the Oceanography Laboratory D.M. Lozhkin (SAKHNIRO) for the preparation of data on ocean surface temperature.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study has no sponsor funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены.

All applicable international, national and/or institutional guidelines for care and use of animals were implemented.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Ю.И. Игнатьев — расчет количественных показателей, анализ результатов и написание статьи; Н.В. Колпаков — анализ результатов и написание статьи; В.Д. Никитин — написание статьи; Т.Г. Коренева — обработка гидрологических проб и анализ результатов.

Y.I. Ignatyev — calculations of quantitative parameters, their analysis and writing of the text; N.V. Kolpakov — their analysis and writing of the text; V.D. Nikitin — writing of the text; T.G. Koreneva — their analysis, processing of hydrological samples.

Список литературы

- Водная биота озера Тунайча (южный Сахалин) и условия ее существования** / под ред. В.С. Лабая. — Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2016. — 240 с.
- Игнатъев Ю.И., Коряковцев Л.В.** К изучению анадромной миграции осенней кеты рек бассейна оз. Тунайча (юго-восток о. Сахалин) // Прибрежное рыболовство — 21 век : мат-лы междунар. науч. практ. конф. — Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2001. — С. 53–54.
- Каев А.М., Игнатъев Ю.И.** Развитие заводского разведения тихоокеанских лососей в Сахалино-Курильском регионе и его значение для промысла // Тр. ВНИРО. — 2015. — Т. 153. — С. 95–104.
- Коренева Т.Г., Полтев Ю.Н.** О массовой гибели производителей кеты *Oncorhynchus keta* в озере Тунайча и в устье реки Восточная (о. Сахалин) в сентябре 2019 года // Вестн. Сахалинского музея. — 2020. — № 4(33). — С. 143–156.
- Лабай В.С., Роготнев М.Г.** Состав, структура и сезонная динамика макробентоса озера Тунайча (Южный Сахалин) // Чтения памяти В.Я. Леванидова. — 2005. — Вып. 3. — С. 62–94.
- Микишин Ю.А., Рыбаков В.Ф., Бровко П.Ф.** Южный Сахалин. Озеро Тунайча // История озер Севера Азии. — СПб. : Наука, 1995. — С. 112–120.
- Общая гидробиология** : учеб.-метод. пособие / сост. З.Г. Гольд, В.М. Гольд. — 2-е изд., перераб. — Красноярск : СФУ, 2013. — 158 с.
- Радзинская Л.И., Никольская И.С.** Изменение энергетического обмена в онтогенезе животных // Математическая биология развития. — М. : Наука, 1982. — С. 160–168.

РЕЗУЛЬТАТЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО УЧЁТА ПОКАТНОЙ МОЛОДИ ГОРБУШИ В РЕКЕ МАЛАЯ ХУЗИ (СЕВЕРО-ВОСТОК ОСТРОВА САХАЛИН) В 2021 ГОДУ

Е.А. Кириллова*

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
119071, г. Москва, Ленинский проспект, 33

Аннотация. По итогам количественного учета покатной молоди горбуши р. Малая Хузи, установлено, что общий объем ската в 2021 году составил 0,22 млн особей. Экстремально низкая численность покатной молоди обусловлена влиянием неблагоприятных условий среды в период эмбрионально-личиночного развития. Скаты горбуши начались на 10 суток позже относительно среднесезонных сроков. Ранее на фоне мощного половодья происходило вымывание из грунта физиологически не готовых к миграции в море личинок горбуши. Максимум интенсивности миграции пришелся на 20–21 июня. Варьирование интенсивности миграции при стабильных гидрологических условиях определялось колебаниями температуры воды. Миграция горбуши происходила в темное время суток. Средние значения длины тела и массы покатников горбуши несколько увеличились в течение миграции. Доля рыб с остатком желточного мешка значительно варьировала. К завершению миграции среди покатной молоди появились особи, начавшие питаться в пресной воде.

Ключевые слова: горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*, молодь, скат, Сахалин

Для цитирования: Кириллова Е.А. Результаты количественного учёта покатной молоди горбуши в реке Малая Хузи (северо-восток острова Сахалин) в 2021 году // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИПРО, 2022. — С. 110–118. DOI: losos_bull16-2022-110-118.

Results of quantitative assessment of seaward migrating pink salmon fry in the Malaya Khusi river (north-east of Sakhalin) in 2021

Elizabeth A. Kirillova

A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Ac. Sci.,
33, Leninsky prospect, Moscow, 119071, Russia
Ph.D., senior researcher, ekirillova@sevin.ru

Abstract. Following the results of quantitative assessment in the Malaya Khusi river, total number of seaward migrating pink salmon fry was 0,22 mln. Extremely low number of pink salmon fry is due to unfavorable environmental conditions during embryonic and larval development. Seaward migration of pink salmon fry started 10 days later relative to the long-term average. Previously, pink salmon alevins, physiologically unprepared for migration to the sea, were washed out of ground affected by massive flood. The maximum of intensity of migration occurred on June 20–21. Variation in the intensity of migration under stable hydrological conditions was determined by fluctuations in water temperature. Migration of pink salmon took place at the dark time of the day. Average body length and weight of seaward migrating pink salmon fry increased slightly during migration. The proportion of fish with a residual yolk sac varied significantly. By the end of the migration period, individuals which began to feed in fresh water were found among seaward migrating fry.

Keywords: pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha*, fry, seaward migration, Sakhalin

For citation: Kirillova E.A. Results of quantitative assessment of seaward migrating pink salmon fry in the Malaya Khusi river (north-east of Sakhalin) in 2021, in *Byull. N 16 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 16 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2022, pp. 110–118. (In Russ.). DOI: losos_bull16-2022-110-118.

* Кириллова Елизавета Алексеевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ekirillova@sevin.ru, ORCID 0000-0002-0482-8353.
© Кириллова Е.А., 2022

Введение

Горбуша *Oncorhynchus gorbuscha* составляет основу лососевого промысла на о. Сахалин. Численность покатной молоди является индикатором эффективности воспроизводства вида и лежит в основе прогнозирования численности его возврата. При этом до недавнего времени сбор соответствующих данных отдельных районах промысла не проводился. К таким района относится восточное побережье Смирныховского района, где с начала 2000-х гг. добыча горбуши ведётся на 13 действующих рыболовных участках*. При этом ежегодный рыбохозяйственный мониторинг, в том числе учёт покатной молоди, начат только в 2014 г. по инициативе Ассоциации рыбопромышленников Смирныховского района.

Материалы и методы

Реперным водоёмом выбрана р. Малая Хузи (координаты устья N 50°19'19,2" E 143°47'19,1") — типичный нерестовый водоток для горбуши. Результаты учётов покатной молоди в предыдущие годы опубликованы ранее [Кириллов и др., 2018; Кириллова, 2019; Кириллова и др., 2020]. В настоящем сообщении представлены результаты учёта покатной молоди горбуши в р. Малая Хузи в 2021 г.

Учётный створ на реке Малая Хузи располагался в 0,8 км от устья реки, на прямом участке постоянного русла, не подверженном подпору приливов. Ширина русла в месте расположения учётного створа составляла 20 м в начале учётных работ и 14 м к их завершению.

Учёт покатной молоди выполняли по стандартной методике, применяемой на малых водоёмах о. Сахалин [Воловик, 1967; Методическое руководство..., 2011**], модифицированной для работы в условиях паводка [Кириллова, 2019]. Интервал между постановками мальковой ловушки составлял 10–15 мин в период быстрого изменения освещенности (в вечерние и утренние сумерки) и 30 мин в ночное время при минимальной освещенности. Ловушку устанавливали в стрежневой части реки, в позиции, находящейся посередине модальной группы значений величин уловов. Экспозиция её составляла 1–30 мин в зависимости от степени засорения влекомыми частицами. Контрольные ловы по сечению реки в 2021 г. проводили 3 раза (12, 20 и 23 июня) по мере снижения уровня воды и, соответственно, изменения ширины русла и структуры потока.

Всего за период работ проведена 31 съёмка, выполнено 358 постановок ловушек. Отловлено 1477 экз. покатников горбуши. После подсчёта молодь отпускали в реку ниже места постановки ловушки. С интервалом в 5–10 сут из уловов изымали репрезентативные выборки молоди для определения её биометрических показателей (всего 416 экз.).

У изъятной молоди измеряли длину тела по Смитту (АС), определяли массу тела (W) и массу остатка желточного мешка, просматривали содержимое желудочно-кишечного тракта. Анализ питания проводили согласно методике*** [1974]. Рыб с пустыми желудками в расчётах не использовали.

На период проведения работ в низовье р. Малая Хузи был оборудован гидропост, оснащенный рейкой для измерения уровня воды (с 16 мая) и термографом Vemco Minilog-II, фиксирующим значения температуры воды круглосуточно с частотой 1 ч. Для характеристики термических условий

* Перечень рыбопромысловых участков Сахалинской области, утвержденный Постановлением правительства Сахалинской области № 79 от 17 марта 2011 г. (с изменениями от 28 февраля 2019 года, Постановление № 90).

** Методическое руководство по количественному учёту покатной молоди горбуши и кеты в малых реках методом выборочных обловов. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2011. 15 с.

*** Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М.: Наука, 1974. 254 с.

в море использовали данные Архива наблюдений за морем на метеостанции «Пограничное»*. Сведения об осадках и высоте снежного покрова также брали в Архиве погоды в Пограничном**. Освещенность измеряли люксметрами АРГУС-01 (0,001–1000 лк) и РСЕ-174 (> 1000 лк).

Результаты и их обсуждение

В 2021 г. покотная миграция молоди горбуши началась значительно позже относительно среднесуточных сроков. До конца мая уловы мальковых ловушек за редким исключением были представлены личинками горбуши, которых с нерестилищ вымывал мощный речной поток (рис. 1). Из-за интенсивного таяния снега развитие весеннего половодья носило залповый характер, в результате расход воды увеличился от меженного до паводкового в течение одного дня, что привело к вовлечению в поток особей, физиологически не готовых к миграции.

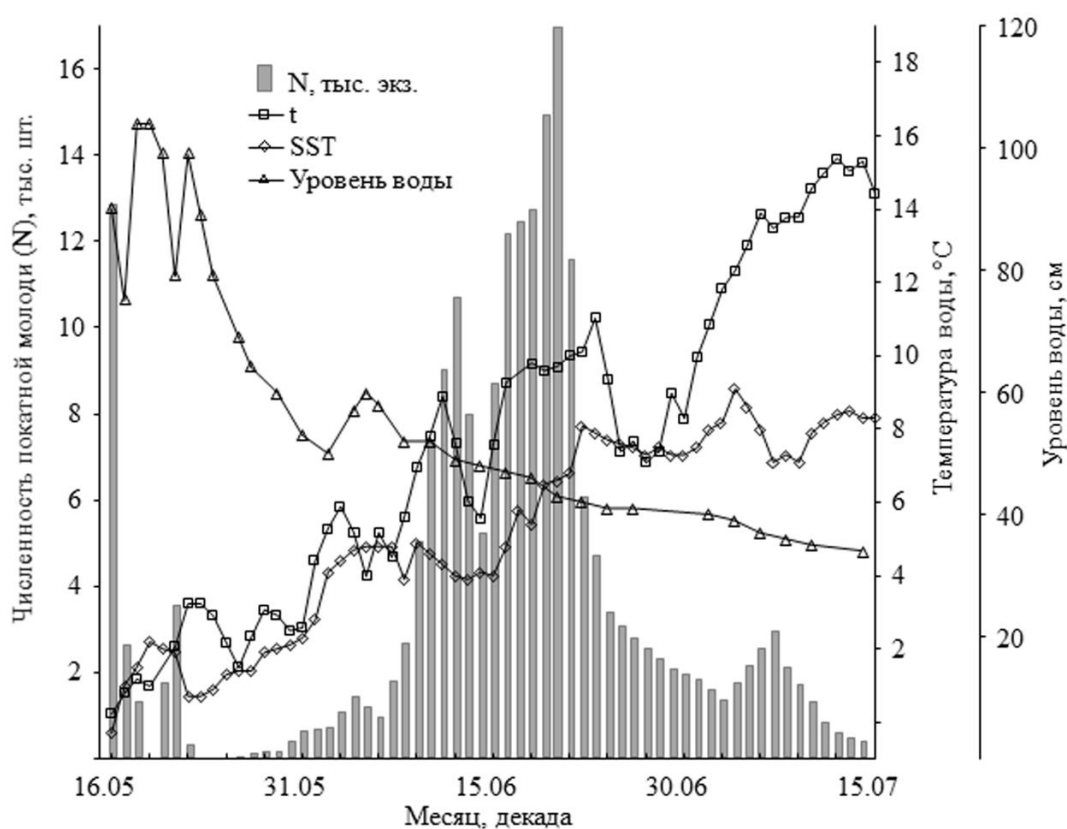


Рис. 1. Сезонная динамика покотной миграции молоди горбуши в р. Малая Хузи; сезонный ход температуры воды в реке (t), уровень воды, а также температура воды в морском прибрежье (SST)

Fig. 1. Seasonal patterns of pink salmon fry seaward migration in the Malaya Khuzi River; seasonal range of riverine water temperature (t), water level, and temperature of water in the coastal waters (SST)

Сформировавшаяся молодь, физиологически готовая к миграции и смене среды обитания, появилась в уловах ловушки в первых числах июня. К этому времени среднесуточные значения температуры воды в реке (рис. 1) достигли порогового для начала миграции значения 3–4 °C [Енютина, 1972].

* Архива наблюдений за морем в Пограничном. URL http://rp5.in/Архив_наблюдений_за_морем_в_Пограничном. Дата обращения 12.02.2022.

** Архив погоды в Пограничном, Сахалинская область. URL http://rp5.in/Архив_погоды_в_Пограничном,_Сахалинская_область. Дата обращения 12.02.2022.

Основная часть молоди (> 50 %) скатилась в море с 10 по 24 июня, что на 10 сут позже среднемноголетних сроков. Сезонные пики миграции были связаны с повышением температуры воды (рис. 1). Следует отметить, что ко времени выхода в море основной массы покатной молоди в морском прибрежье установились благоприятные температурные условия ($SST > 4^{\circ}C$). При такой температуре происходит интенсивное развитие зоопланктонных сообществ холодноводного комплекса — незаменимых кормовых объектов для молоди тихоокеанских лососей в ранний период морского нагула [Eisner et al., 2014; Волков, 2018].

На протяжении всего периода наблюдений покатная миграция молоди горбуши была приурочена к тёмному времени суток: она начиналась при снижении освещенности ниже 1 лк и завершалась при десятых долях люкса (рис. 2). Обловы в светлое время суток показали отсутствие дневного ската.

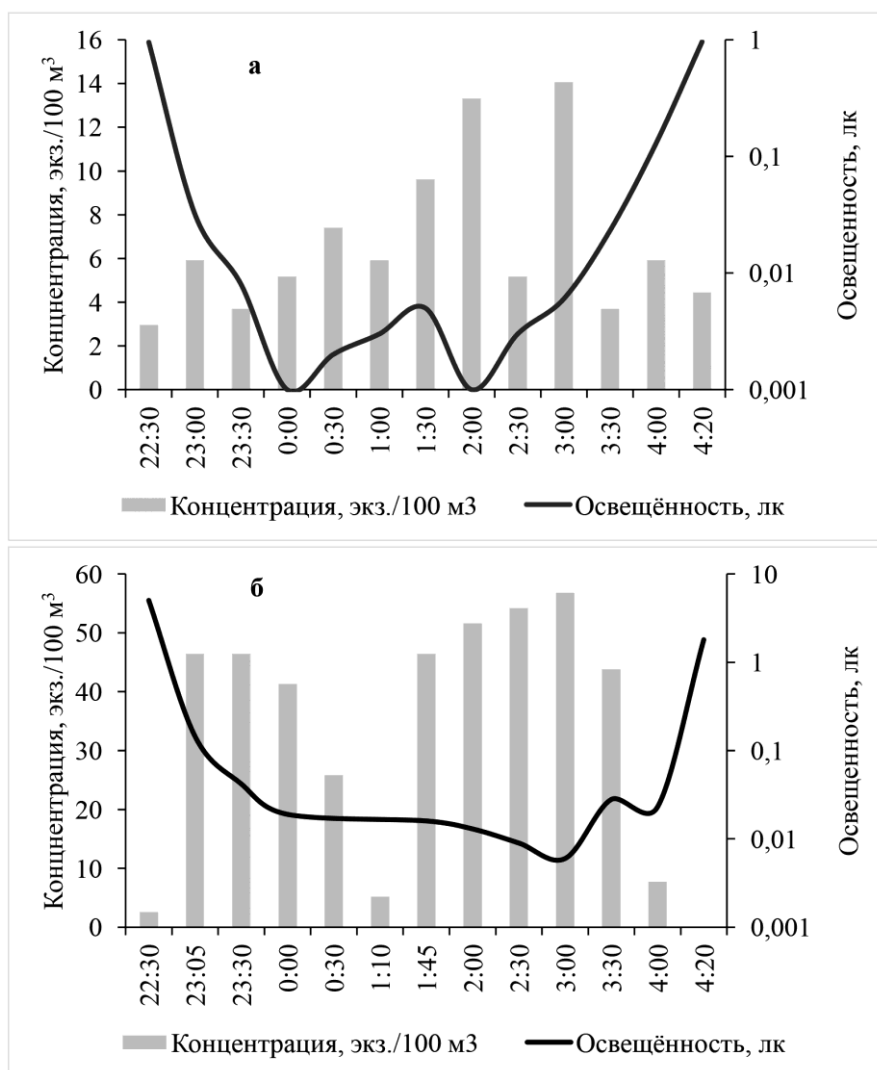


Рис. 2. Интенсивность покатной миграции молоди горбуши в сумеречно-ночной период и динамика освещенности: **а** — в начальный период ската (съёмка 06–07.06.2021); **б** — в период массового ската (съёмка 20–21.06.2021)

Fig. 2. Intensity of pink salmon fry seaward migration at the dark time of the day and variation of illumination: **а** — initial period of migration (06–07.06.2021); **б** — mass migration (20–21.06.2021)

До 10 июня суточные максимумы в покатной миграции не были выражены, что, по-видимому, в целом было обусловлено низкой интенсивностью миграции покатников (рис. 2, а). В период массового ската, как правило, были выражены два суточных пика интенсивности миграции (рис. 2, б), обусловленные вариациями ночной освещенности на различных участках реки, вызванными фазой и положением Луны, метеорологическими условиями (наличием облачности и тумана), а также световым

загрязнением атмосферы в результате сжигания попутного газа на территории нефтяного месторождения Окружное*.

Общая численность скатившейся молоди горбуши оценена в 0,22 млн шт., что является крайне низким показателем для потомства не четных лет, в 2015 г. он составил 1,1–1,3, в 2017 г. — 8,34, в 2019 г. — 6,5 млн шт.

Малая численность покатинок, по-видимому, обусловлена низкой выживаемостью развивающейся икры и эмбрионов в силу неблагоприятных условий среды в осенне-зимний период. Так, по данным Архива погоды**, в районе метеостанции Пограничное до начала января практически отсутствовал снежный покров и стояли крепкие морозы (рис. 3), что могло привести к промерзанию гнёзд и повышению смертности.

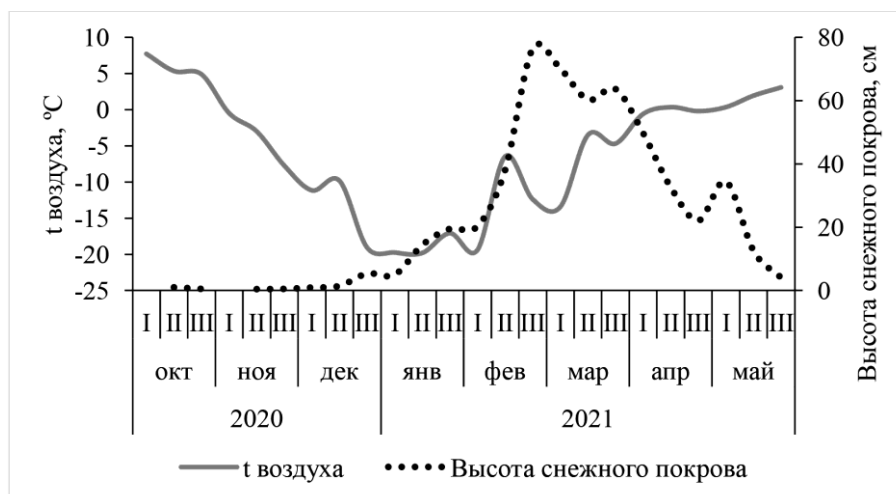


Рис. 3. Температура воздуха и высота снежного покрова в районе метеостанции Пограничное в октябре 2020 — мае 2021 гг. (данные осреднены по декадам)

Fig. 3. Air temperature and snow cover depth at Pogranichnoye weather station from October 2020 to May 2021 (data are averaged by decades)

Кроме того, сильные дождевые осадки в октябре 2020 г. привели к развитию мощного паводка**, который мог оказать губительное влияние на развивающуюся икру и эмбрионы горбуши вследствие механического разрушения участков русла, где расположены нерестилища. Паводки — один из ключевых факторов, оказывающих негативное влияние на выживаемость горбуши в период эмбрионально-личиночного развития в коротких водотоках северо-восточного побережья о. Сахалин. Так, экстремальный паводок в октябре 2015 г. привёл фактически к уничтожению целого поколения [Кавев, 2018; Архив погоды..., 2022**].

Косвенным показателем повышенной смертности потомства нереста 2020 г. является большое количество мёртвой икры, попадавшей в ловушку при проведении учётных обловов в 2021 г. во время весеннего паводка.

Согласно данным о заполнении нерестилищ в 2020 г. [Кириллова, 2020] численность производителей в реке оценена в 25500 особей. Площадь нерестилищ в р. Малая Хузи, согласно результатам выполненной ранее оценки нерестового фонда, составляет 30000 м². Принимая соотношение самок и самцов равным 1 : 2 (по данным визуальных обследований доля самок на нерестилищах составляла около 30 %), в нересте участвовало 8583 самки. Согласно литературным данным [Гриценко, 2002], выживаемость сахалинской горбуши в среднем составляет 18 % от абсолютной пло-

* Участок нижнего течения р. Малая Хузи, где расположен учётный створ, находится на территории нефтяного месторождения Окружное (АО «Петросах»).

** Архив погоды в Пограничном, Сахалинская область. URL http://rp5.in/Архив_погоды_в_Пограничном,_Сахалинская_область. Дата обращения 12.02.2022.

довитости. При средней плодовитости самок в 2020 г., равной 1241 икр., при нормальных условиях в период нереста, эмбриогенеза и развития личинок численность молоди горбуши в 2021 г. могла составить 1,9 млн особей (223 малька на 1 самку). Фактически учтённое количество покатной молоди в 2021 г. составило 8,7 % ожидаемого объёма ската.

В течение покатной миграции размерные показатели покатной молоди увеличивались. Наименьшей длиной тела характеризовались покатники, отловленные во II–III декаде мая. Наиболее крупными были покатники, мигрировавшие в III декаде июня (табл. 1).

Таблица 1
Биометрические показатели покатной молоди горбуши (AC — длина тела, мм; W — масса тела, мг)

Table 1
Biometric characteristics of seaward migrating pink salmon fry (AC — body length, mm; W — body weight, mg)

Месяц, декада	Параметр	N, экз.	m	σ	min	max	CV	Доля рыб с остатком желтка, %	Относительная масса желтка, % от массы тела*
5, II–III	AC	13	31,0	1,27	28,5	32,5	4,09	92	<u>8,8</u>
	W		201,4	19,81	174,0	240,0	9,83		24,2
6, I	AC	74	32,2	1,24	30,0	35,5	3,86	62	<u>2,1</u>
	W		187,0	20,22	132,0	240,0	10,81		7,5
6, II	AC	114	32,0	1,37	28,0	34,5	4,28	70	<u>2</u>
	W		184,9	23,37	132,0	248,0	12,64		14,3
6, III	AC	117	33,1	1,12	30,0	35,5	3,38	26	<u>5,5</u>
	W		212,7	29,39	136,0	286,0	13,82		15,8
7, I	AC	96	32,1	1,10	29,5	35,5	3,41	39	<u>0,7</u>
	W		174,3	26,01	100,0	226,0	14,92		3,3

Примечание. N — объём выборки; m — выборочное среднее; σ — стандартное отклонение; min–max — пределы варьирования; CV — коэффициент вариации.

* Над чертой — среднее значение, под чертой — максимальное.

Следует отметить высокую долю покатной молоди, имевшую остаток желточного мешка в 2021 г. (табл. 1). Даже в период массового ската доля таких рыб варьировала от 26 до 70 %. Считается, что резорбция желточного мешка является показателем готовности покатников к переходу в морскую среду обитания, а их выживаемость имеет обратную зависимость от массы желточного мешка во время выхода в морское побережье [Голованов, 1982; Волобуев и др., 2017]. Однако средняя масса желточного мешка относительно массы тела была невелика и, за исключением начального периода миграции, варьировала в пределах 0,7–5,5 %. Увеличение массовой доли желточного мешка у покатной молоди в III декаде июня может быть следствием завершения ската потомства горбуши ранней темпоральной формы (летней охотоморской) и началом ската потомства поздней темпоральной формы (осенней охотоморской), сроки нереста которых разобщены во времени.

В мае среди покатников не было особей, перешедших на внешнее питание. С I декады июня по I декаду июля их доля выросла с 6,1 до 28,1 % (табл. 2). Наличие остатков пищевых частиц в кишечниках особей с пустыми желудками указывает на то, что доля перешедших на смешанное или внешнее питание покатников выше, однако в силу особенностей суточного ритма питания к моменту отлова пища эвакуировалась из желудков. У лососевых рыб ведущим механизмом ориентации при добыче кормовых объектов является зрительный. Соответственно, при низкой освещенности (в ночное время) питание затруднено, а в дневное время молодь горбуши находится в укрытиях среди камней и под корягами [Павлов и др., 2019].

В целом интенсивность питания молоди горбуши была низкой в течение всего периода ската. Число кормовых объектов на один желудок варьировало в пределах 0,2–1,7 шт. В I и II декадах июня в желудках отмечены исключительно непищевые объекты — песчинки (частота встречаемости 100 %)

(рис. 4). Большое число песчинок в желудках покатной молодежи горбуши отмечено в малых реках на юге Сахалина [Антонов, Ким, 2011]. Исследователи объясняют наличие песчинок в пищевом комке слабой способностью молодежи дифференцировать кормовые объекты. По мнению И.С. Голованова [1982] потребление песчинок отражает готовность молодежи горбуши к переходу на экзогенное питание.

Таблица 2

Доля молодежи горбуши, питавшейся в течение ската

Table 2

Proportion of feeding pink salmon fry during seaward migration

Месяц, декада	Доля рыб, %		
	С пищей в желудке*	С пищей в желудке и кишечнике**	С пищей в кишечнике*
5, II	0,0	0	0
6, I	8,1	33,3	18,9
6, II	6,1	42,9	26,3
6, III	11,1	7,7	3,4
7, I	28,1	63,0	34,4

* От общего количества рыб в выборке.

** От количества питавшихся рыб.

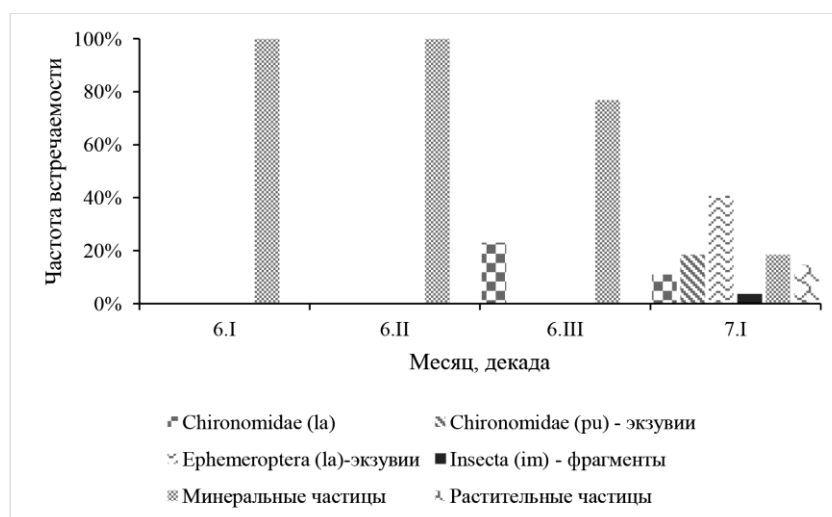


Рис. 4. Частота встречаемости кормовых объектов в желудках покатников горбуши: la — личинки, pu — куколки, im — имаго

Fig. 4. Frequency of occurrence of food items in the stomachs of seaward migrating pink salmon fry: la — larvae, pu — pupa, im — imago

«Истинные» кормовые объекты в спектрах питания появились в III декаде июня, когда в желудках и кишечниках покатников горбуши были отмечены личинки хирономид Diptera, Chironomidae (рис. 4, 5). Частота их встречаемости в питании составила 23,1 %, а количество на один желудок — 0,92 шт.

В I декаде июля спектр питания значительно расширился (рис. 4, 5) — в его состав вошли как автохтонные объекты (личинки и куколки хирономид, личинки подёнок), так и аллохтонные — воздушные насекомые. Примечательно, что молодежь горбуши потребляла не целые организмы куколок хирономид и личинок подёнок, а их экзувии, что, по-видимому, обусловлено большей доступностью последних, в отличие от живых организмов. Частота встречаемости экзувиев подёнок была наибольшей — 40,7 %, а количество составляло 0,41 шт. на желудок.

На протяжении покатной миграции частота встречаемости непищевых частиц снижалась и в первой декаде июля составила 18,5 %. Помимо песчинок в желудках отмечены растительные остатки (частота встречаемости 14,8 %). Появление в спектре питания кормовых объектов, влекаемых потоком (экзувии куколок хирономид и субимаго подёнок), а также фрагментов растений может выступать

косвенным показателем более высокой двигательной активности молоди горбуши в завершающий период покатной миграции и перехода к питанию в толще воды.

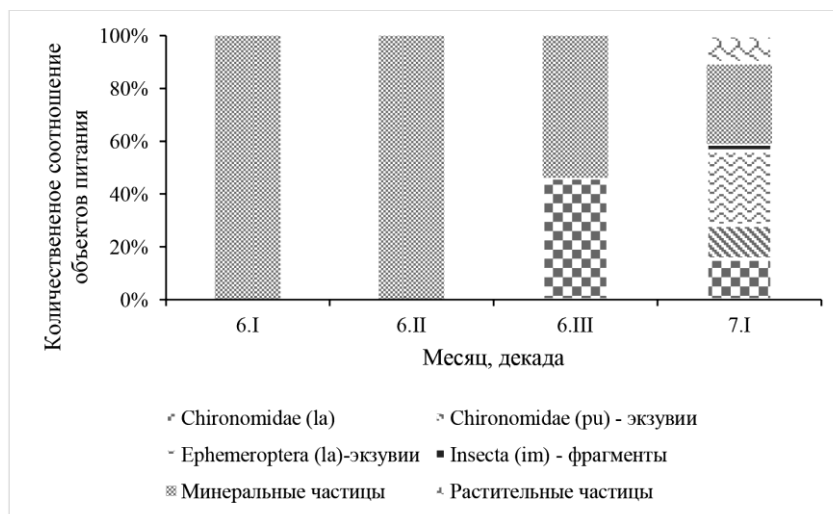


Рис. 5. Спектр питания покатной молоди горбуши (количество кормовых объектов на один желудок). Легенда как на рис. 4

Fig. 5. Food spectrum of seaward migrating pink salmon fry (number of food items per one stomach). Legend is as in Figure 4

Заклучение

В 2021 г. скат молоди горбуши в р. Малая Хузи начался на 10 сут позже относительно сред-немноголетних сроков. Численность покатной молоди была крайне низка и составила 8,9 % ожидае-мой величины. Высокая смертность в период эмбрионально-личиночного развития обусловлена воз-действием неблагоприятных условий.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Автор выражает признательность В.В. Смирнову — председателю правления НКО «Ассоциа-ция устойчивого рыболовства Северо-Востока Сахалина» за организацию и всестороннюю поддер-жку полевых работ. Также автор благодарит ведущего инженера Сахалинского филиала ФГБНУ «ВНИРО» Д.И. Баранова за помощь в сборе полевого материала.

The author is grateful to V.V. Smirnov — board chairman of NGO «Association for Sustainable Fisheries at the North-Eastern Sakhalin» for organization and comprehensive support of field survey. The author also thanks D.I. Baranov the senior engineer of Sakhalin branch of FGBNU VNIRO for help in col-lecting field data.

Финансирование работы (FUNDING)

Финансирование работ осуществлялось рыбодобывающей компанией ООО «Плавник» на хоздоговорной основе. Анализ материала и подготовка публикации выполнены за счёт гранта РФФ № 19-14-00015 «Механизмы миграционного поведения рыб и рыбообразных в речных системах. Роль экологических и физиологических факторов».

The work was funded by fishing company LLC «Plavnik» on the base of commercial contract. Anal-ysis of data and preparation of the manuscript were carried out at the expense of Russian Science Foundation

grant No. 19-14-00015 “Mechanisms of migratory behavior of fish and fish-like vertebrates in river systems. The role of ecological and physiological factors”.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены.

All applicable international, national and/or institutional guidelines for care and use of animals were implemented.

Список литературы

Антонов А.А., Ким Хе Юн Питание и пищевые взаимоотношения молоди лососей рода *Oncorhynchus* в реке Кура залива Анива (о. Сахалин) // Тр. СахГУ. — 2011. — Т. 12. — С. 3–15.

Волков А.Ф. Современное состояние весеннего планктонного сообщества в северной части Охотского моря (1997–2017 гг.) // Изв. ТИНРО. — 2018. — Т. 192. — С. 121–135. DOI: 10.26428/1606-9919-2018-192-121-135.

Волбуев В.В., Изергина Е.Е., Голованов И.С. Экология горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) Магаданского региона в пресноводный, эстуарный, начальный морской периоды жизни и основные факторы, определяющие её выживаемость // Вестн. СВНЦ ДВО РАН. — 2017. — № 1. — С. 67–79.

Воловик С.П. Методы учёта и некоторые особенности поведения поклатной молоди горбуши в реках Сахалина // Изв. ТИНРО. — 1967. — Т. 61. — С. 104–116.

Голованов И.С. О естественном воспроизводстве горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) (Salmonidae) на северном побережье Охотского моря // Вопр. ихтиол. — 1982. — Т. 22, № 4. — С. 568–575.

Гриценко О.Ф. Проходные рыбы острова Сахалин (систематика, экология, промысел) : моногр. — М. : ВНИРО, 2002. — 248 с.

Енютина Р.И. Амурская горбуша (промыслово-биологический очерк) // Изв. ТИНРО. — 1972. — Т. 77. — С. 3–126.

Касв А.М. Снижение численности горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) в Сахалино-Курильском регионе как следствие действия экстремальных факторов среды // Изв. ТИНРО. — 2018. — Т. 192. — С. 3–14. DOI: 10.26428/1606-9919-2018-192-3-14.

Кириллов П.И., Кириллова Е.А., Павлов Д.С. Закономерности поклатной миграции молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в р. Малая Хузи (Сахалинская область) // Вопр. ихтиол. — 2018. — Т. 58, № 6. — С. 710–723.

Кириллова Е.А. Нерестовый ход, особенности воспроизводства и биометрические характеристики горбуши на юге северо-восточного побережья острова Сахалин в 2020 г. // Бюл. № 15 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2020. — С. 90–98.

Кириллова Е.А. Результаты количественного учёта поклатной молоди тихоокеанских лососей в реке Малая Хузи (северо-восток острова Сахалин) в 2019 году // Бюл. № 14 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2019. — С. 210–215.

Кириллова Е.А., Кириллов П.И., Павлов Д.С. Скот молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) в р. Малая Хузи (северо-восток о. Сахалин) в 2018 г. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — 2020. — Вып. 56. — С. 84–92.

Павлов Д.С., Кириллова Е.А., Кириллов П.И. Активный выход молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) в поток для пассивной поклатной миграции // Вопр. ихтиол. — 2019. — Т. 59, № 6. — С. 724–731.

Eisner L.B., Napp J.M., Mier K.L et al. Climate-mediated changes in zooplankton community structure for the eastern Bering Sea // Deep-Sea Res. II. — 2014. — Vol. 109. — P. 157–171.

**ГИДРОЛОГО-ИХТИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ МАЛОЙ РЕКИ ГОРОДСКОЙ
(О. ПАРАМУШИР, СЕВЕРНЫЕ КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА, САХАЛИНСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Т.Ю. Углова¹, А.В. Соколов², А.И. Никифоров^{1*}

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии,

105187, г. Москва, Окружной проезд, 19;

² Сахалинский филиал ВНИРО (СахНИРО),
693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196

Аннотация. Представлены результаты проведённого в июне 2021 г. комплексного гидролого-ихтиологического маршрутного обследования основной части русла р. Городской (о. Парамушир, северные Курильские острова, Сахалинская область). Целью данного обследования было определение наличия компонентов нативной ихтиофауны, а также уточнение ряда гидрологических и гидробиологических характеристик р. Городской. В результате проведённого маршрутного обследования компонентов ихтиофауны в водах р. Городской обнаружено не было; в ходе работы был актуализирован ряд батиметрических и гидрологических характеристик обследованного водотока.

Ключевые слова: о. Парамушир, р. Городская, гидрология, ихтиофауна, малые реки

Для цитирования: Углова Т.Ю., Соколов А.В., Никифоров А.И. Гидролого-ихтиологическое обследование малой реки Городской (о. Парамушир, северные Курильские острова, Сахалинская область) // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2022. — С. 119–124. DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-119-124.

**Hydrological and ichthyological survey of the small river Gorodskaya
(Paramushir Island, Northern Kuriles, Sakhalin Region)**

Tatyana Yu. Uglov¹, Artyom V. Sokolov², Andrei I. Nikiforov¹

¹ Ph.D., senior researcher, Uglova@vniro.ru, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, 19, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia; Ph.D., associate professor, head of department, Nai@vniro.ru, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, 19, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia;

² senior engineer, tema_sokolov1990@mail.ru, Sakhalin branch of VNIRO (SakhNIRO),
196, Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia

Abstract. This paper presents the results of a comprehensive hydrologic-ichthyological route survey of the main part of the Gorodskaya River channel (Paramushir Island, Northern Kurils, Sakhalin Oblast) conducted in June 2021. The purpose of this survey was to determine the presence of native ichthyofauna components and to clarify a number of hydrologic and hydrobiological characteristics of the Gorodskaya River. As a result of the route survey, no ichthyofauna components were found in the waters of the Gorodskaya River; a number of bathymetric and hydrologic characteristics of the surveyed watercourse were updated in the course of the work.

Keywords: Paramushir Island, Gorodskaya River, hydrology, ichthyofauna, small rivers

For citation: Uglov T.Yu., Sokolov A.V., Nikiforov A.I. Hydrological and ichthyological survey of the small river Gorodskaya (Paramushir Island, Northern Kuriles, Sakhalin Region), in *Byull. N 16 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 16 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2022, pp. 119–124. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-119-124.

* Углова Татьяна Юрьевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Uglova@vniro.ru, ORCID 0000-0002-2038-9370; Соколов Артём Владимирович, старший инженер, tema_sokolov1990@mail.ru; Никифоров Андрей Игоревич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, начальник отдела, Nai@vniro.ru, ORCID 0000-0003-3112-5378.

Введение

Исследование гидробиоценозов малых рек — один из весьма распространённых типов полевых исследований в рамках комплексного экологического мониторинга. Так как малые реки являются самым многочисленным типом водных объектов на Земле, они отличаются резко выраженной региональной спецификой и значительным разнообразием. При этом малые реки могут служить великолепными модельными экологическими объектами в силу высокой динамичности их изменений под воздействием различных природных и антропогенных факторов [Никифоров, 2017].

В силу относительной малоизученности биоты малых рек северных Курильских островов в целом и о. Парамушир в частности любые полученные данные относительно нативного состояния их русловых биоценозов и гидрологических характеристик представляют большой научный интерес, а также восполняют имеющиеся пробелы в отношении целостного представления о вариантах хозяйственного использования данных водотоков.

Настоящее исследование имело своей основной целью проведение маршрутного исследования русла р. Городской на предмет выявления наличия в ней ихтиофауны. В задачи исследования входило также определение ряда важных гидрологических характеристик водотока (ширина, глубина, скорость течения, температура, мутность воды, характер донных отложений, ряд батиметрических показателей).

Материалы и методы

Непосредственное маршрутное исследование р. Городской проводилось 27 июня 2021 г. экспедиционной группой под руководством к.б.н. Т.Ю. Угловой. В ходе исследования были определены следующие гидрологические показатели: температура воды, мутность воды и скорость течения (поплачковым методом); на некоторых участках была определена глубина, учитывался характер грунта и наличие иловых отложений.

Общая протяжённость маршрута составила около 2 км. Для построения и расчета маршрута использовалась карта www.google.ru/maps (рис. 1).

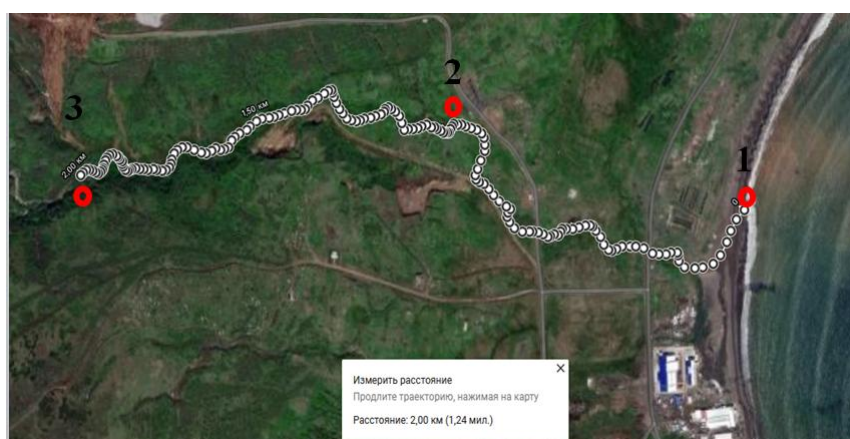


Рис. 1. Карта маршрута: 1 — место старта; 2 — середина маршрута; 3 — конечная точка маршрута
Fig. 1. Map of the route: 1 — place of start; 2 — the middle of the route; 3 — the end point of the route

Облов ихтиофауны осуществлялся импровизированной мальковой волокушей длиной 2,5 м и размером ячеей 5 x 5 мм (рис. 2). Поскольку данное исследование носило рекогносцировочный характер в отношении компонентов ихтиофауны, то объективное несовершенство применявшейся конструкции компенсировалось простотой его применения.



Рис. 2. Мальковая волокуша (фотография авторов)
Fig. 2. Fry drag net (photo of the authors)

Результаты и их обсуждение

Предварительное изучение литературных данных относительно характеристик р. Городской показало, что в целом она характеризуется малой протяжённостью (длина 5,7 км), сравнительно небольшой площадью водосбора (6,7 км²), относительно большим перепадом высот от истока до устья (800 м) при среднем уклоне, составляющем 0,031. При этом характер течения реки довольно бурный, средний многолетний расход составляет 0,8 м³/с [Лепская и др., 2011].

Маршрутное обследование р. Городской было начато от её устья, в дальнейшем экспедиционная группа продвигалась вверх по течению (рис. 3). Данный вариант продвижения был избран исходя из основной задачи обследования — выявления наличия компонентов ихтиофауны.

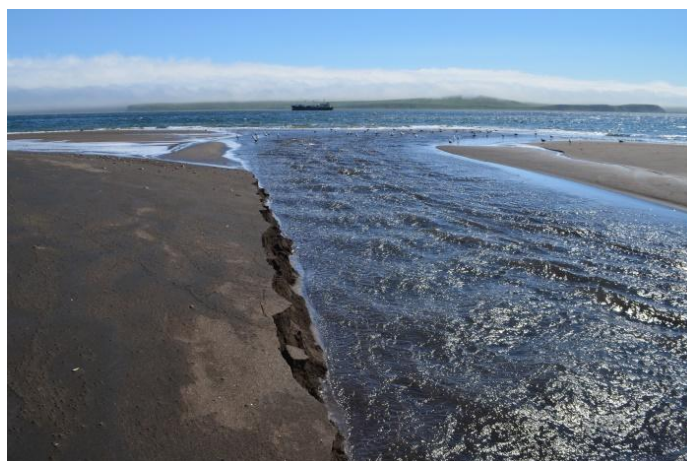


Рис. 3. Устье р. Городской с выходом в Северо-Курильский залив (фотография авторов)
Fig. 3. Estuary of the Gorodskaya River with access to the North Kuril Bay (может быть удалить, а в русском варианте оставим как есть) (photo of the authors)

В ходе проведённого маршрутного обследования р. Городской было установлено, что температура воды составляла в среднем 10,2 °С; скорость течения составляла 1,2 м/с.

В нижнем течении реки глубина составляла в среднем около 30–40 см (с колебаниями до 80 см), грунт песочно-галечный крупноразмерный с редкими илистыми вкраплениями (рис. 4). Ввиду высокой прозрачности дно реки в данном участке хорошо просматривалось, при этом визуальный осмотр и проведенные обловы показали отсутствие ихтиофауны (рис. 5).

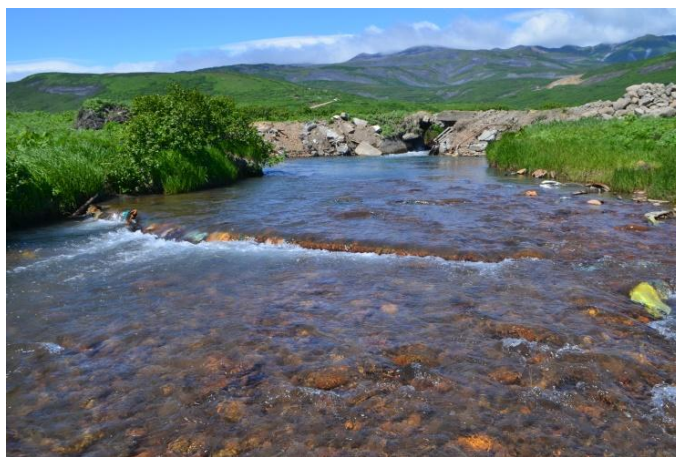


Рис. 4. Река Городская в приустьевом участке (фотография авторов)
Fig. 4. The Gorodskaya River at the estuary of the river (photo of the authors)



Рис. 5. Проведение облова (фотография авторов)
Fig. 5. Carrying out the rounds (photo of the authors)

В среднем течении р. Городской характер течения был бурным, при этом вода довольно мутная, беловато-серого цвета, в силу чего практически не представлялось возможным провести визуальную оценку наличия компонентов ихтиофауны (рис. 6). По результатам обловов не было обнаружено никаких признаков присутствия компонентов нативной ихтиофауны. При этом по мере продвижения вверх по течению реки всё больше ощущался характерный запах серы и сероводорода.



Рис. 6. Внешний вид фрагмента русла среднего течения р. Городской (фотография авторов)
Fig. 6. Appearance of a fragment of the middle stream channel of the Gorodskaya River (photo of the authors)

На всем протяжении маршрута наблюдалось впадение в основное русло многочисленных притоков с правого и левого берега; некоторые из них имели характер небольших водопадов с чистой, прозрачной водой (рис. 7).



Рис. 7. Типичный приток водопадного типа (фотография авторов)
Fig. 7. A typical river tributary of the waterfall type (photo of the authors)

Конечной точкой маршрута по р. Городской стал участок реки возле плато «Аэродромное», в непосредственной близости от которого располагается, согласно литературным данным [Белоусов и др., 2002; Лепская и др., 2011], зона разгрузки Северо-Парамуширской гидротермально-магматической конвективной системы. В бассейне р. Городской выделяются участки гидротермально-измененных пород, чьё образование связано с круглогодично функционирующими термальными источниками и fumarолами. Известно, что в указанном районе в непосредственной близости от русла р. Городской находилась глубокая (2500 м) геотермальная скважина ГП-3 [Хубаева, Николаева, 2017; Хубаева, 2020], использовавшаяся для изучения процессов вулканизма [Белоусов и др., 2002]. Обловы, проведённые в указанном участке реки, также не показали наличия компонентов ихтиофауны (рис. 8).

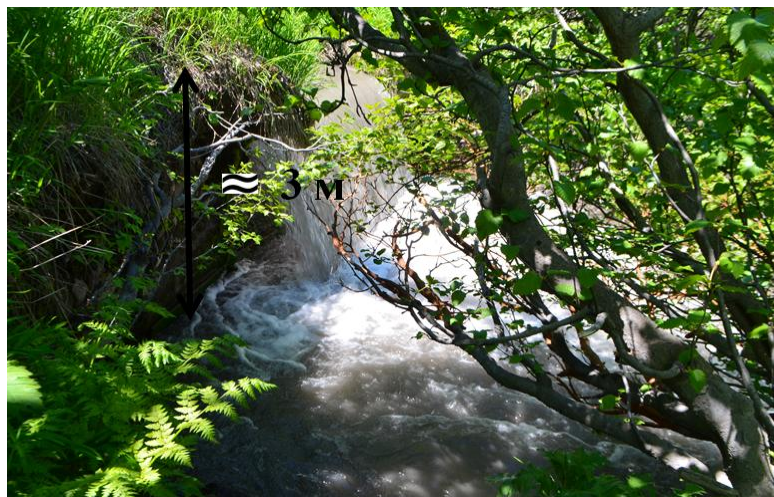


Рис. 8. Участок реки возле плато «Аэродромное» (фотография авторов)
Fig. 8. Section of the river near the «Airfield» Plateau (photo of the authors)

Течение реки в данном участке отличалось бурностью, вода — высокой мутностью, глубина составляла от 20 до 60 см, скорость течения составила 1,3 м/с, также присутствовал явный сероводородный запах.

Заключение

В результате проведённого исследования р. Городской никаких компонентов нативной ихтиофауны в её бассейне обнаружено не было. В целом гидрохимические характеристики водотока р. Городской определяются, по-видимому, составом гидротермальных вод, изливающихся на дневную поверхность в пределах долины данной реки. Характер течения реки — бурный, мутность воды в верхнем и среднем течении является следствием высокой минерализации выклинивающихся подземных термальных вод.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study has no sponsor funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все приемлемые национальные, институциональные и международные этические принципы соблюдены. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

All applicable national, institutional and international ethical guidelines are implemented. The authors declare that they have no conflict of interests.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Т.Ю. Углова и А.В. Соколов непосредственно участвовали в маршрутном обследовании р. Городской (о. Парамушир). Все авторы обсуждали полученные результаты. А.И. Никифоров и Т.Ю. Углова оформили результаты обсуждения в печать.

T.Yu. Uglova and A.V. Sokolov directly participated in the route survey of the river Urban (Paramushir Island). All authors discussed their results. A.I. Nikiforov and T.Yu. Uglova published the results of the discussion for publication.

Список литературы

Белоусов В.И., Рычагов С.Н., Сугробов В.М. Северо-Парамуширская гидротермально-магматическая конвективная система: геологическое строение, концептуальная модель, геотермальные ресурсы // Вулканология и сейсмология. — 2002. — № 1. — С. 34–50.

Бойков И.А., Рычагов С.Н., Сандмирова Е.И., Главатских С.Ф. Гидротермально-метасоматическая зональность и условия формирования пород вулканического хребта Вернадского (о-в Парамушир) // Геотермальные и минеральные ресурсы областей современного вулканизма : мат-лы Междунар. полевого Курило-Камчатского сем. — Петропавловск-Камчатский : ОТТИСК, 2005. — С. 275–286.

Лепская В.А., Ведищева Е.В., Абрамов А.А. Тихоокеанские лососи в водах северных Курильских островов : моногр. — М. : ВНИРО, 2011. — 123 с.

Никифоров А.И. Создание национальной сети учебных экологических маршрутов — эффективный путь формирования экологической культуры молодёжи России // Педагогическое образование: вызовы XXI века : мат-лы 8-й междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти академика РАО В.А. Слостёнина. — Рязань, 2017. — С. 167–172.

Хубаева О.Р. Тепловое питание гидротермально-магматических систем хребта Вернадского (о. Парамушир, Курильские острова) : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. — М., 2020. — 17 с.

Хубаева О.Р., Николаева А.Г. Проблемы теплового питания гидротермально-магматической системы вулкана Эбеко (о. Парамушир, Курильские острова) // Вестн. СВНЦ ДВО РАН. — 2017. — № 4. — С. 62–74.

Научное издание

БЮЛЛЕТЕНЬ № 16
ИЗУЧЕНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ
НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

Электронное приложение к научному журналу «Известия ТИНРО»

Редакторы А.А. Ваккер, С.О. Шумкова
Компьютерная верстка О.В. Степановой

Подписано в печать 29.06.2022 г.
Размер файла – 15,0 МВ