

Научная статья

УДК 597.552.511–154.343(265.5)

DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-157-170

EDN: FXRHBC

**РЕЗУЛЬТАТЫ ТРАЛОВОГО УЧЕТА НЕКТОНА И МАКРОПЛАНКТОНА
В ПЕРИОД ПРЕДАНАДРОМНЫХ МИГРАЦИЙ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ
В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА В 2023 Г.**

А.Н. Старовойтов*

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

Аннотация. Рассмотрены результаты траловой съемки верхнего слоя эпипелагиали тихоокеанских вод восточнее Курильской гряды в пределах российской ИЭЗ и за пределами ИЭЗ РФ СЗТО, выполненной на НИС «ТИНРО». По данным съемки 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 преданадромных лососей в летний период, неполовозрелых лососей в период их сезонного нагула, околочены основные скопления преданадромной горбуши в СЗТО. В результате траловой съемки получены данные о размерно-массовом составе скоплений, собраны материалы для анализа пространственной дифференциации различных региональных групп горбуши на обследованной акватории.

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

Для цитирования: Старовойтов А.Н. Результаты тралового учета нектона и макропланктона в период преданадромных миграций тихоокеанских лососей в северо-западной части Тихого океана в 2023 г. // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 157–170. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-157-170. EDN: FXRHBC.

Original article

**Results of the trawl survey of nekton and macroplankton during preanadromous migrations
of pacific salmon in the North-West Pacific in 2023**

Aleksander N. Starovoytov

Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia,
Ph.D., chief specialist, aleksandr.starovoytov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0001-5617-776X

Abstract. Results of the trawl survey in the Pacific waters at Kuril Islands within and outside EEZ of Russia conducted by RV TINRO in June-July 2023 are analyzed. Data on spatial distribution, abundance and biomass of fish, cephalopod and jellyfish species in the epipelagic layer are presented. Contemporary status of the epipelagic nekton community in the surveyed area is analyzed. Quantitative distribution and biological state of pink salmon and other species of salmon in the summer season are considered in details.

Keywords: North-West Pacific, Kuril Islands, pink salmon, chum salmon, sockeye salmon, coho salmon, pacific salmon, salmon migration, fish abundance, fish biomass, fish distribution, water temperature, water dynamics

For citation: Starovoytov A.N. Results of the trawl survey of nekton and macroplankton during preanadromous migrations of pacific salmon in the North-West Pacific in 2023, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 157–170. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-157-170. EDN: FXRHBC.

* Старовойтов Александр Николаевич, кандидат биологических наук, главный специалист, aleksandr.starovoytov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0001-5617-776X.

Введение

Современное состояние изученности сообществ пелагиали дальневосточных морей благодаря комплексным исследованиям ТИНРО находится на достаточно высоком уровне. Прежде всего это обусловлено усилением традиционных подходов изучения биоресурсов экосистемными исследованиями, что позволило выявить общие закономерности функционирования экосистем пелагиали, впервые оценить экологическую емкость дальневосточных морей, определить потенциальную рыбопродуктивность и в конечном итоге предсказать тенденции крупномасштабных перестроек состава и структуры сообществ.

Тихоокеанские лососи — важнейшая промысловая группа рыб на Дальнем Востоке России. По объему вылова они в последние годы занимают второе место после минтая. Основу российского вылова тихоокеанских лососей составляют три вида — горбуша, кета и нерка. В 2000-е гг. в сумме эти виды давали до 98 % вылова тихоокеанских лососей. Высокие современные уловы лососей являются отражением роста их численности в начале XXI века.

В 2000-е гг. отраслевая наука организовала и провела ряд масштабных траловых учетных съемок тихоокеанских лососей в северо-западной части Тихого океана (далее — СЗТО), включая конвенционную зону за пределами исключительной экономической зоны Российской Федерации (далее — ИЭЗ РФ), в результате которых были получены данные по биологии и экологии тихоокеанских лососей на различных этапах морского периода их жизни. Эти исследования показали, что учетные траловые съемки являются эффективным способом оценки численности лососей, совершающих преднерестовые миграции. Они позволяют в сжатые сроки оперативно уточнить время и интенсивность подходов производителей к основным нерестовым районам. На основании этих данных ученые своевременно готовят научные рекомендации для рыбохозяйственных организаций о масштабах подходов тихоокеанских лососей к российским берегам. Успех многих лососевых путин последних лет в определенной степени был обеспечен оперативными оценками численности преданадромных лососей (в первую очередь горбуши) по данным траловых съемок ТИНРО по их учету в тихоокеанских водах СЗТО.

В 2022 г. осенняя траловая съемка по учету молоди горбуши, уходящей на нагул в океан, выполненная в Охотском море НИС «ТИНРО» и «Профессор Кагановский», создала очередную интригу после впечатляющей оценки численности посткатадромной молоди горбуши — 2,05 млрд экз., второй после рекордной оценки 2018 г. в 2,70 млрд экз. В западной части Берингова моря также было учтено урожайное поколение карагинской горбуши четной линии лет — около 1 млрд экз.

По результатам летней учетной съемки в северо-западной части Тихого океана, выполненной НИС «ТИНРО», как в пределах, так и за пределами российской экономической зоны уровень учетной численности преданадромной горбуши вполне ожидаемо оказался высоким — 679 млн экз. при биомассе 550 тыс. т. Данный уровень подходов производителей горбуши четного поколения на охотоморском направлении стал вторым за всю историю подобных учетных работ с 2004 г. после оценок 2021 г. — 901 млн экз. (726 тыс. т).

Помимо приоритетных объектов исследований, экспедиция на НИС «ТИНРО» продолжила также сбор данных по другим видам гидробионтов, временно или постоянно населяющих слой верхней эпипелагиали обследованных районов. Пополнены массивы информации о физическом и биологическом окружении лососей в период их преднерестовых миграций, состоянии их кормовой базы.

Цель работы — определение и учет численности, биомассы, особенностей пространственного распределения основных объектов исследований в летний период.

Материалы и методы

Комплексная траловая съемка эпипелагиали тихоокеанских вод Курильских островов в пределах ИЭЗ РФ и вод северо-западной части Тихого океана за пределами экономической зоны РФ была выполнена НИС «ТИНРО» 02.06–07.07.2023 г.

Методика выполнения траловых эпипелагических съемок на НИС проекта Атлантик–833, а также методики статистической обработки данных, полученных в ходе аналогичных учетных работ, неоднократно подробно описаны в ряде крупных публикаций и монографий [Волвенко, 1998; Шунтов, 2001; Темных, 2004; Атлас, 2005; Нектон..., 2005; Шунтов, Темных, 2008, 2011].

Из многих задач экспедиции приоритетной являлась задача обнаружения, оконтуривания скоплений тихоокеанских лососей (в первую очередь горбуши охотоморских стад) и их количественный учет, т.е. определение итоговой численности и биомассы. В течение 17 календарных дней была обследована эпипелагиаль тихоокеанских вод Курильских островов в пределах ИЭЗ РФ. Далее с 19 июня по 7 июля съемка была продолжена в водах северо-западной части Тихого океана за пределами ИЭЗ РФ. В итоге в пределах 200-мильной зоны было выполнено 43 эпипелагических траления. В тихоокеанских водах за пределами ИЭЗ РФ НИС «ТИНРО» произвел 52 постановки и выборки трала и аналогичное количество гидрологических и планктонных станций (рис. 1). Суммарная площадь обследованной акватории съемки составила 1,157 млн км², из которых примерно 420 тыс. км² пришлось на районы за границей 200-мильной экономической зоны РФ.

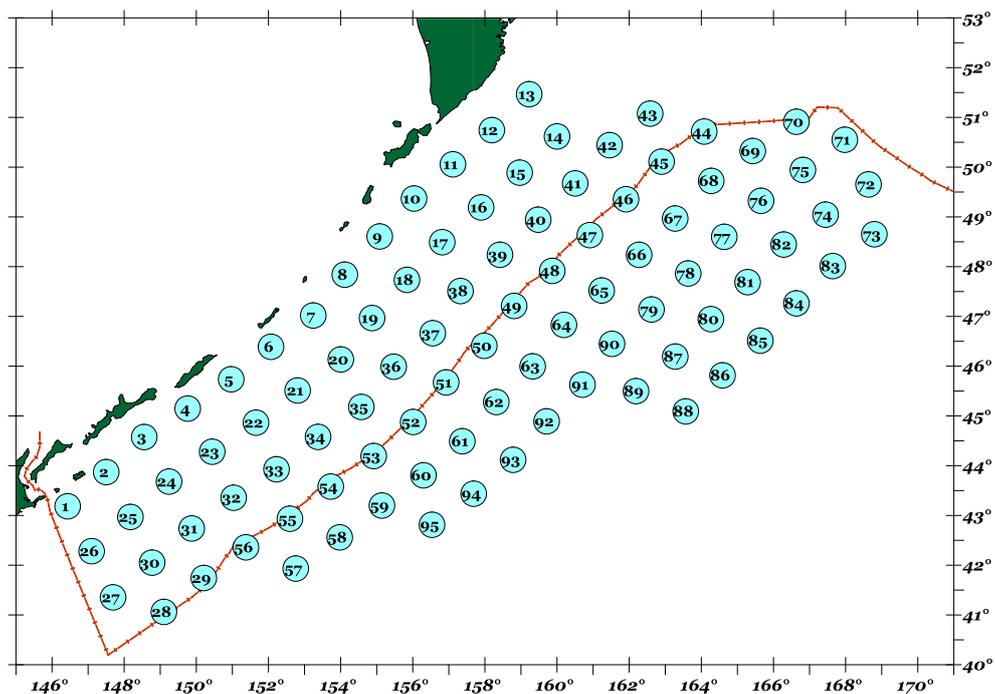


Рис. 1. Схема траловых станций НИС «ТИНРО» 02.06–07.07.2023 г.

Fig. 1. Scheme of RV TINRO trawl survey of the upper epipelagic layer in the northwestern Pacific on June 2 — July 7, 2023

Результаты и их обсуждение

Традиционно в летний период 2023 г. в биотопе верхней эпипелагиали прикурильских вод Тихого океана одну из первых позиций по частоте встречаемости занимали мигрирующие к нерестилищам созревающие и нагуливающиеся лососи. Помимо этой группы рыб, характерными представителями nektonного сообщества данного региона оказались мезопелагические виды рыб и кальмаров, совершающих массовые вертикальные миграции в поверхностный слой в ночное время, а в южных районах съемки — группа южнобореальных и субтропических видов.

Видовой состав уловов эпипелагических тралений, выполненных в тихоокеанских водах Курильских островов и в водах СЗТО за пределами 200-мильной зоны, слагали 35 видов рыб из 25 семейств, 7 видов головоногих моллюсков из 3 семейств, 6 видов сцифоидных и гидроидных медуз. Как и ранее, во время аналогичных учетных съемок по количеству видов выделялись два семейства лососевых (*Salmonidae*) и миктофовых (*Mycetophidae*), первое из которых было представлено 5 видами, а второе — 3 видами. У головоногих лидирующее положение по количеству видов принадлежало гонатидам (*Gonatidae*) — 4 вида.

У рыб наиболее часто отмечаемым в уловах видом оказались половозрелая горбуша *Oncorhynchus gorbuscha* и неполовозрелая нагульная кета *O. keta*, которые были зарегистрированы соответственно в 86 и 69 % траловых уловов, (82 и 66 из 95 учетных тралений съемки). Реже встречалась преданадромная кета — 60 % (57 результативных траления), неполовозрелая молодь нерки *O. nerka* — 25 % (24 траления) и кижуч *O. kisutch* — 18 % (17 тралений). Равные доли встречаемости во время съемки были у минтая *Gadus chalcogrammus* и дальневосточная сардина *Sardinops melanostictus* — по 19 % (18 случаев поимки).

За исключением горбуши, чаще всех прочих гидробионтов в составе уловов эпипелагических тралений в тихоокеанских водах встречались кишечнополостные: так, камчатская хризаора *Chrysaora melonaster* была отмечена в уловах 86 из 95 тралений (91 %), а камчатская фацеллора *Phacellophora camtschatica* — поймана на 74 траловых станциях (78 %). Группа гидроидных медуз рода *Aequorea* по частоте встречаемости с долей 61 % заняла третье место.

Из рыб, которых можно отнести к умереннобореальному и субтропическому фаунистическому комплексу, в траловых уловах НИС «ТИНРО», помимо сардины, в 8 случаях (8,4 %) отмечена японская скумбрия *Scomber japonicus*, на 6 станциях — японский анчоус *Engraulis japonicus*, и 4 траления показали присутствие морского леща *Brama japonica* и голубой акулы *Prionace glauca*. Из кальмаров, которых можно отнести к указанной группе, чаще отмечались в уловах крючьеносный *Onychoteuthis borealijaponica* и тихоокеанский *Todarodes pacificus*, встречаемость которых в траловых уловах, выполненных преимущественно в южных районах съемки, составила соответственно 10,5 и 8,4 %.

На всей акватории съемки у головоногих моллюсков чаще прочих в уловах отмечался камчатский кальмар *Gonatus kamtschaticus* — 17 % (16 тралений из 95).

Из прочих представителей нектона и медуз можно отметить заплору *Zaprora silenus*, минтая *Gadus chalcogrammus* и рыбу-лягушку *Aptocyclus ventricosus*, которые были отмечены в траловых уловах, выполненных в слое верхней эпипелагиали СЗТО с частотой соответственно 22, 19 и 13 %.

По итогам траловой съемки в июне-июле 2023 г. в верхней эпипелагиали обследованной акватории СЗТО учтено 10,06 млн т нектона и кишечнополостных. Численность представителей всех групп гидробионтов, отмеченных в уловах, составила 293,7 млрд экз.

Для сравнения: во время съемки, выполненной годом ранее (2022 г.), на аналогичной по площади акватории съемкой было учтено 2,84 млн т нектона и кишечнополостных, при суммарной их численности 35,15 млрд экз. В 2021 г. численность всех гидробионтов на более обширном по площади полигоне (1,7 млн км²) составила 187,3 млрд экз. (биомасса — 6,57 млн т). 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. (площадь съемки — 1097 тыс. км²) — 3,1 млн т и 64,2 млрд экз.

Более 2/3 учтенной биомассы гидробионтов (8,34 млн т, или 83 %) пришлось на ихтионектон. Доли головоногих моллюсков и медуз составили соответственно 2,4 (240,9 тыс. т) и 17,1 % (1,72 млн т) от суммарной биомассы гидробионтов.

Суммарные доли по численности выглядели несколько иначе, однако и здесь превалировала рыбная составляющая — 283,6 млрд экз. (96,5 %). Медузы и кальмары с оценками численности в 5,90 (2,0 %) и 4,24 млрд экз. (1,4 %) заняли соответственно второе и третье место.

Как и в предыдущие пять лет наблюдений, уже традиционно основу численности ихтионектона в раннелетний период в СЗТО формировали интерзональные мезопелагические виды и мигранты из субтропических вод (рис. 2, а).

Среди мезопелагических рыб по численности выделялись представители двух семейств — светящиеся анчоусы (Mystophidae) и малоротковые (Microstomatidae), численность которых в сумме составила 253,3 млрд экз. (86,2 % от численности всех гидробионтов), при биомассе 5,25 млн т (52,2 % от итоговой биомассы гидробионтов). Из девяти 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 86,6 млрд экз., а биомасса — в 2,2 млн т. Итоговая же численность нотоскопела по результатам съемки составила 232,5 млрд экз. (79,2 % от суммы всех учтенных гидробионтов) при биомассе — 4,99 млн т (рис. 2, б). Второй представитель этого семейства — симболофор *Symbolophorus californiense* — также показал высокую численность в южной части акватории съемки, где было учтено 19,2 млрд экз. этого вида (рис. 2, а).

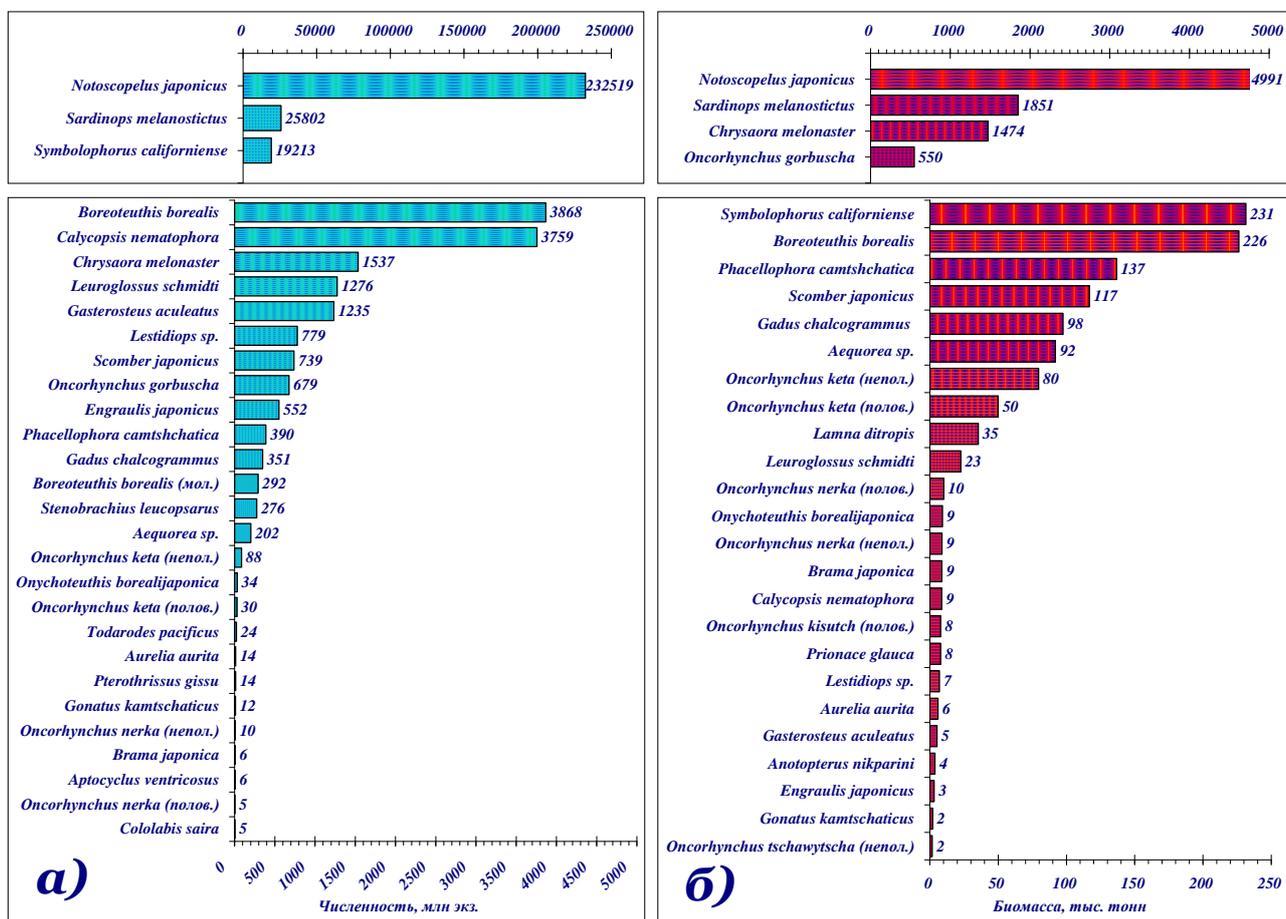


Рис. 2. Распределение массовых видов nekтона по учтенной численности (а) и биомассе (б) 02.06–07.07.2023 г. Ряды разделены на две панели с масштабом шкалы в отношении 1 : 50 (а) и 1 : 20 (б)

Fig. 2. Abundance (а) and biomass (б) of the most numerous species of fish and squids in the upper epipelagic layer of the northwestern Pacific on June 2 — July 7, 2023. Scale ratio between the top and bottom panels is 1 : 50 (а) and 1 : 20 (б)

Существенно ниже на фоне численности этих видов оказалась численность еще одного массового вида миктофид — светлоперого стенобраха *Stenobranchius leucopsarus*, которого было учтено 276,5 млн экз. и 1,35 тыс. т.

Из второго семейства (малоротковые) на фоне миктофид заметной оказалась только численность серебрянки *Leuroglossus schmidti* — 1,276 млрд экз. или 0,4 % от численности нектона и медуз. Биомасса этого вида была оценена в 22,6 тыс. т (рис. 2, б). Как и ранее (2015–2022 гг.), летом 2023 г. в южных и юго-восточных районах съемки были обнаружены плотные скопления сардины иваси. Съемкой было учтено 25,8 млрд экз. дальневосточной сардины, а ее биомасса составила 1,85 млн т. Впервые за последние годы высокочисленных подходов второго массового вида субтропических мигрантов — скумбрии — было учтено на два порядка меньше — 739,3 млн экз., при биомассе 116,8 тыс. т (рис. 2).

Тихоокеанских лососей во всех районах съемки было учтено 819,3 млн экз., из которых 83 %, или 678,7 млн экз., пришлось на долю горбуши, а суммарная биомасса лососей составила 708,8 тыс. т (горбуша — 549,9 тыс. т).

Среди головоногих моллюсков традиционно высокие численность и биомассу во время съемки имел северный кальмар *Boreoteuthis borealis*, у которого молоди и взрослых особей было учтено в сумме 4,16 млрд экз. и 226,6 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 5,90 млрд экз. кишечнорастворимых более половины пришлось на мелкокоразмерных гидроидных медуз *Calycopsis nematophora* — 3,76 млрд экз. (рис. 2).

По биомассе у кишечнорастворимых в тихоокеанских районах выделялись два вида космополита: компасная хризаора — 1,47 млн т и камчатская фацелофора — 136,9 тыс. т. Биомасса группы медуз рода *Aequorea* была оценена в 92 тыс. т (рис. 2, б).

В итоге результаты учета нектона в раннелетний период 2023 г. в СЗТО можно резюмировать в формате соотношения основных групп и отдельных видов в суммарной оценке биомассы рыб и головоногих моллюсков следующим образом: первое место занимали мезопелагические виды — 5,26 млн т, или 63,1 % (долю которых, впрочем, можно заменить только одним видом — нотоскопелом — 4,99 млн т, или 95,0 %), второе место — только один вид субтропической и умеренной бореальной фауны (в отличие от предыдущих лет, когда здесь была многочисленна и японская скумбрия) — дальневосточная сардина с оценкой 1,85 млн т (22,2 % от биомассы всех видов рыб и кальмаров), третье — лососи (700,8 тыс. т, или 8,5 %) и последнее с оценкой 240,9 тыс. т, или 2,9 % — головоногие моллюски (рис. 3).

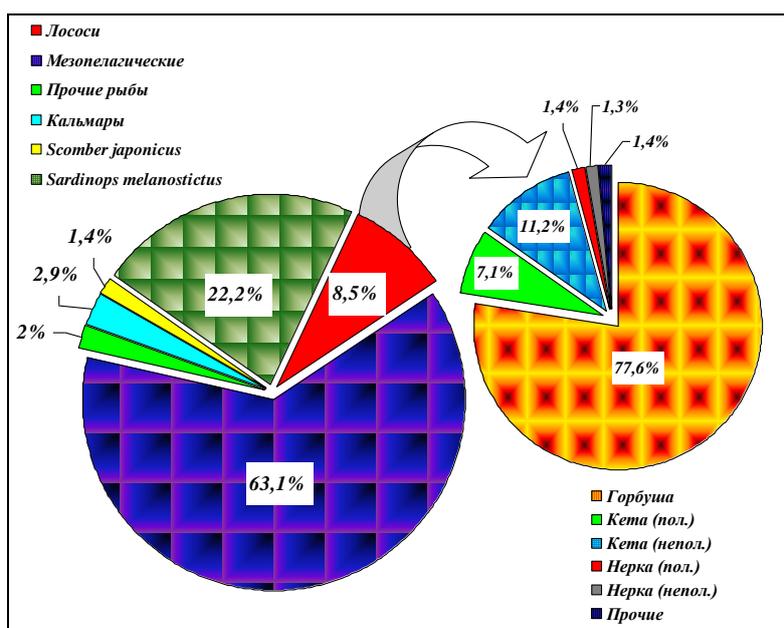


Рис. 3. Соотношение видов и групп нектона в суммарной биомассе рыб и кальмаров в верхней эпипелагиали северо-западной части Тихого океана 02.06–07.07.2023 г.

Fig. 3. Percentage of species and groups of species in the biomass of nekton in the upper epipelagic layer of the northwestern Pacific on June 2 — July 7, 2023

Учетный уровень биомассы преданадромной горбуши (550 тыс. т) оказался значительно выше среднеголетних оценок ее обилия за период с 2009 по 2022 г. — средняя биомасса 456 тыс. т. Для линии поколений этого лосося, как четных, так и нечетных лет, данная величина следом за рекордными по подходам охотоморской горбуши 2009, 2018 и 2021 гг. (съемкой в СЗТО учтено соответственно 720,4, 913,4 и 725,7 тыс. т) оказалась третьей по величине для линии нечетных лет учетов. Так, аналогичные учетные работы, выполненные в СЗТО в ранний летний период 2011, 2013, 2015, 2017 и 2019 гг., показали следующие результаты: соответственно 492,3, 352,7, 261,8, 330,2, 269,5 тыс. т.

Анализ межгодовой динамики плотности видов и групп nekтона по данным аналогичных траловых съемок за период с 2009 по 2023 г. свидетельствует о том, что 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, 0,52 и 0,79 т/км²). По результатам съемки 2023 г. биомасса вида, соотнесенная к единице площади (0,32 т/км²), оказалась на уровне 2013, 2017 гг., была сопоставима с плотностью ее скоплений в 2021 г. (0,43 т/км²) и существенно выше значения, полученного также в нечетный 2019 г., — 0,25 т/км² (рис. 4).

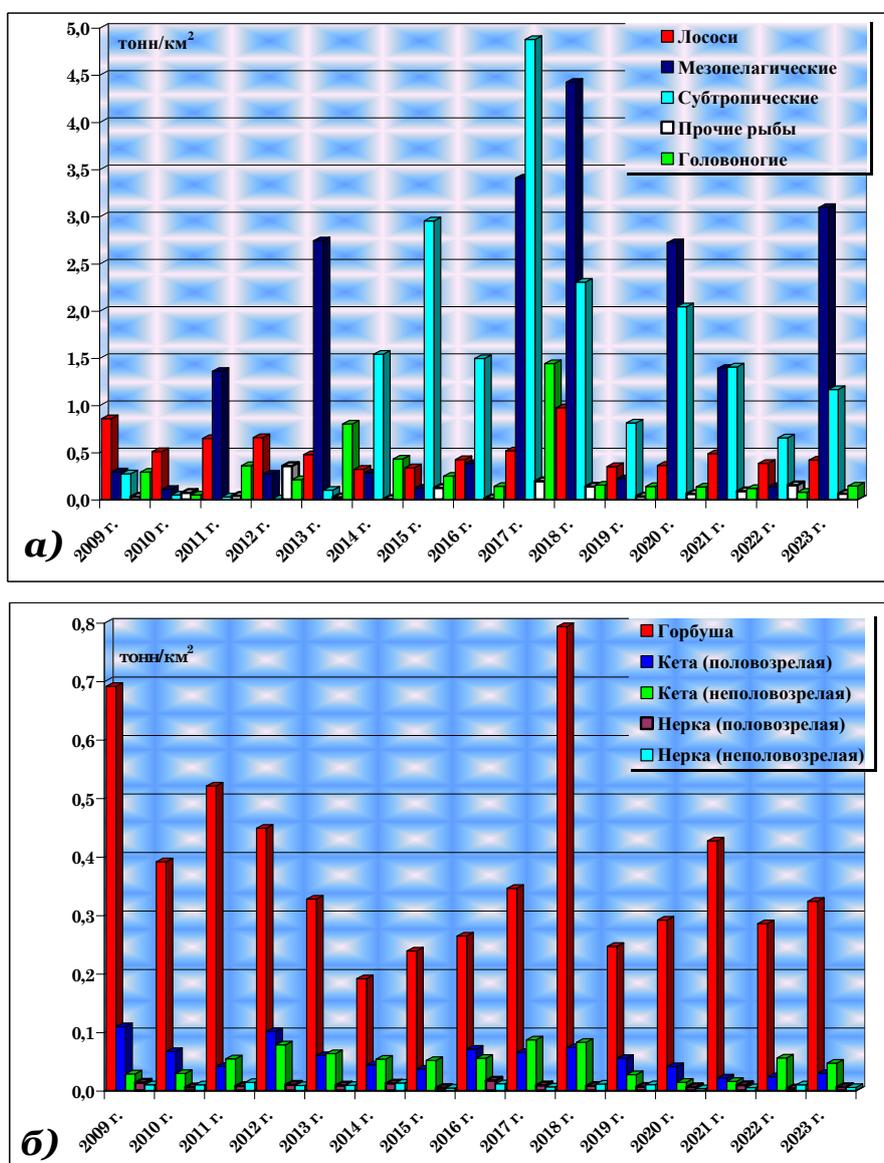


Рис. 4. Плотность (т/км²) распределения групп nekтона (а) и тихоокеанских лососей (б) в верхней эпи-пелагиали северо-западной части Тихого океана по данным летних съемок 2009–2023 гг.

Fig. 4. Distribution density (t/km²) for nekton species and groups of species (a) and for groups of pacific salmon (b) in the summer seasons of 2009–2023

По результатам охотоморской осенней траловой съемки 2022 г. суммарная численность сеголеток горбуши была оценена в 2,56 млрд экз. Учетный уровень численности сеголеток горбуши оказался одним из самых высоких за весь период осенних комплексных исследований в Охотском море по учету откочевывающей посткатадромной молоди лососей. Исходя из этих оценок обилия сеголеток горбуши, вышедших в открытые морские и далее — 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 2022–2023 гг. Ожидания, как показала летняя съемка 2023 г., выполненная НИС «ТИНРО» в СЗТО, оказались оправданными. По данным траловой съемки суммарная численность преданадромной горбуши на акватории 1,157 млн км² составила 678,7 млн экз. при биомассе 549,9 тыс. т.

Методика выполнения съемки в 2023 г. не отступила от стандартов предыдущих лет, вследствие этого группы следующих друг за другом тралений можно рассматривать как единовременные разрезы, временной интервал которых на самых северной и южной станциях составлял от трех до четырех суток. Первый разрез съемки стартовал восточнее о. Шикотан и далее был продолжен на северо-восток вдоль линии, обозначенной островами Курильской гряды. Последующие разрезы в меридиональном направлении были ориентированы от первого разреза и далее — от линии ИЭЗ РФ на восток.

Распределение уловов горбуши представлено на рис. 5. Как видно на рис. 5, горбуша не единично (10–12 экз./час траления) начала встречаться в уловах с первого траления. Далее подавляющее большинство ее уловов на станциях первого разреза съемки, восточнее линии Курильских островов, не были менее 10 экз./час траления, а на 5 из 13 станций превысили 100 экз. — от 108 до 152 экз. за стандартное часовое траление.

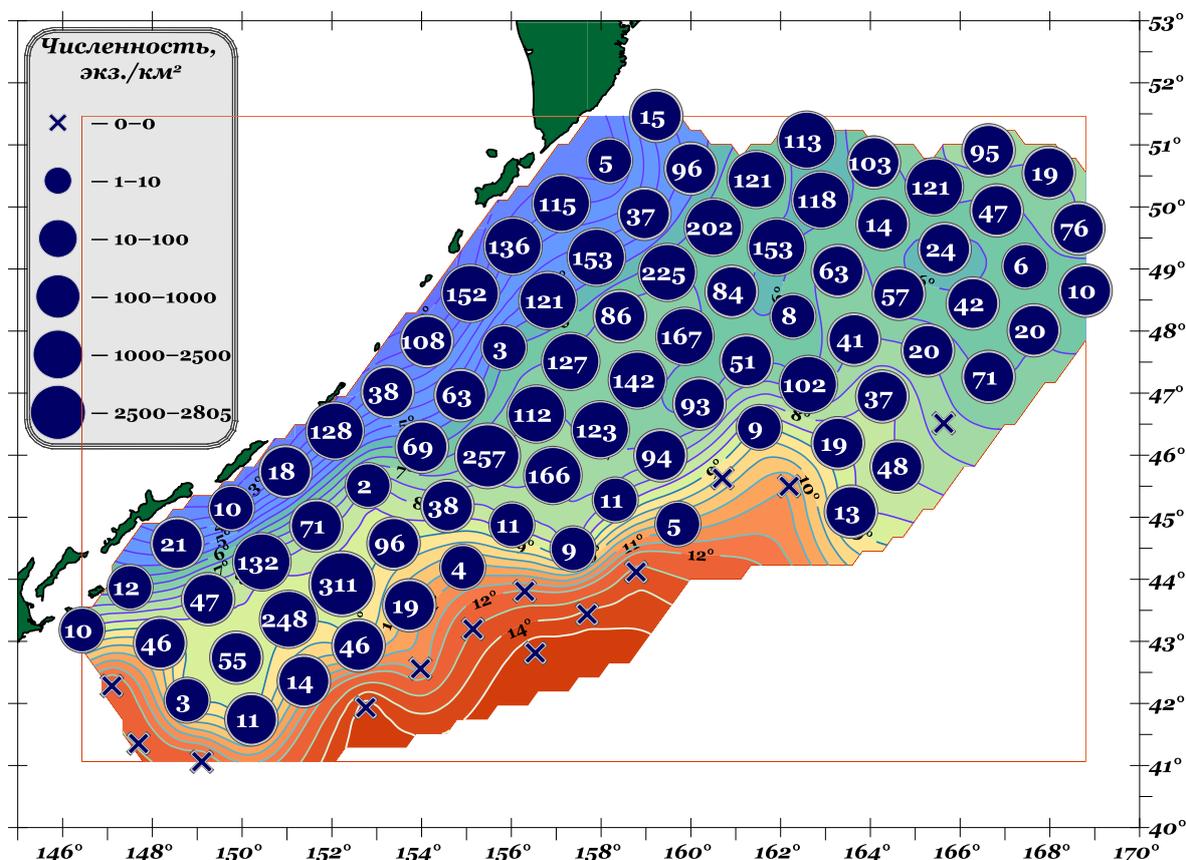


Рис. 5. Плотность распределения, рассчитанная по уловам горбуши (цифры), в верхней эпипелагиали северо-западной части Тихого океана 02.06–07.07.2023 г. Приведена температура воды на поверхности

Fig. 5. Distribution density of pink salmon (numbers, ind./km²) in the upper epipelagic layer of the northwestern Pacific on June 2 — July 7, 2023, on the background of sea surface temperature

На траловых станциях второго и третьего разрезов, которые были выполнены в пределах ИЭЗ РФ последовательно в направлении от тихоокеанских вод восточной Камчатки на юго-запад и в обратном направлении — на северо-восток, горбуша повсеместно присутствовала в уловах в количествах преимущественно превышавших 50 экз./час (рис. 5). Только три траления показали результат 2–3 экз. Здесь же были отмечены и два максимальные за съемку улова преднерестовой горбуши, составившие 257 и 311 экз./час траления (рис. 5).

На четвертом и пятом разрезах, которые выполнялись аналогично предыдущим в направлении северо-восток — юго-запад — северо-восток, единичные особи преданадромной горбуши и ее полное отсутствие были отмечены только на южных краевых станциях этих разрезов. В дальнейшем все траления, выполненные на 6–8 разрезах съемки севернее 44 параллели, показывали повсеместное присутствие горбуши от единичных особей до 102–121 экз./час траления. Юго-западнее отмеченной границы горбуша в траловых уловах не была замечена. Таким образом, вплоть до самых северных и восточных станций краевых разрезов съемки, горбуша отмечалась в уловах, а южные станции всех разрезов, выполненных за пределами экономической зоны, показывали ее полное отсутствие (рис. 5). Граница, за которую начиная с южных станций 4–5-го разрезов горбуша не распространялась, проходила по акватории проникновения трансформированных водных масс с температурами воды на поверхности от 10 °С и выше.

Обобщая картину пространственного распределения преданадромной горбуши, можно констатировать, что в июне-июле 2023 г. область повышенной ее плотности была сформирована крупными уловами в пределах 2–4-го 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 эшелонном хода преднерестовой горбуши преимущественно охотоморских стад. В пользу этого свидетельствуют биологические показатели горбуши, которая облавливалась здесь: высокая зрелость гонад, соотношение полов с большой (до 100 %) долей самок — характерные признаки арьергардной части хода.

Левый фланг мигрирующей горбуши во время летней съемки 2023 г. (как это наблюдалось и в предшествующие годы наблюдений) был ограничен водами субарктического фронта, занимавшими южный сектор полигона работ, а за пределами 200-мильной зоны распространявшимися на северо-восток вплоть до 44° с.ш.

По результатам всей съемки соотношение полов было с большим перевесом в сторону самок — 61 %, против 39 % — самцов (по суммарным данным ПБА и НБА), что свидетельствует о некотором недоучете авангардной «самцовой» части.

Тем не менее 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, южных и восточных станциях съемки, а в центральной части разрезов 1–4 размеры горбуши были несколько меньше, а масса — легче. Таким образом, в зональном распределении средних размерно-массовых показателей горбуши прослеживался тренд увеличения длины и массы преданадромной горбуши от западных к восточным и от северных — к южным районам съемки (рис. 6).

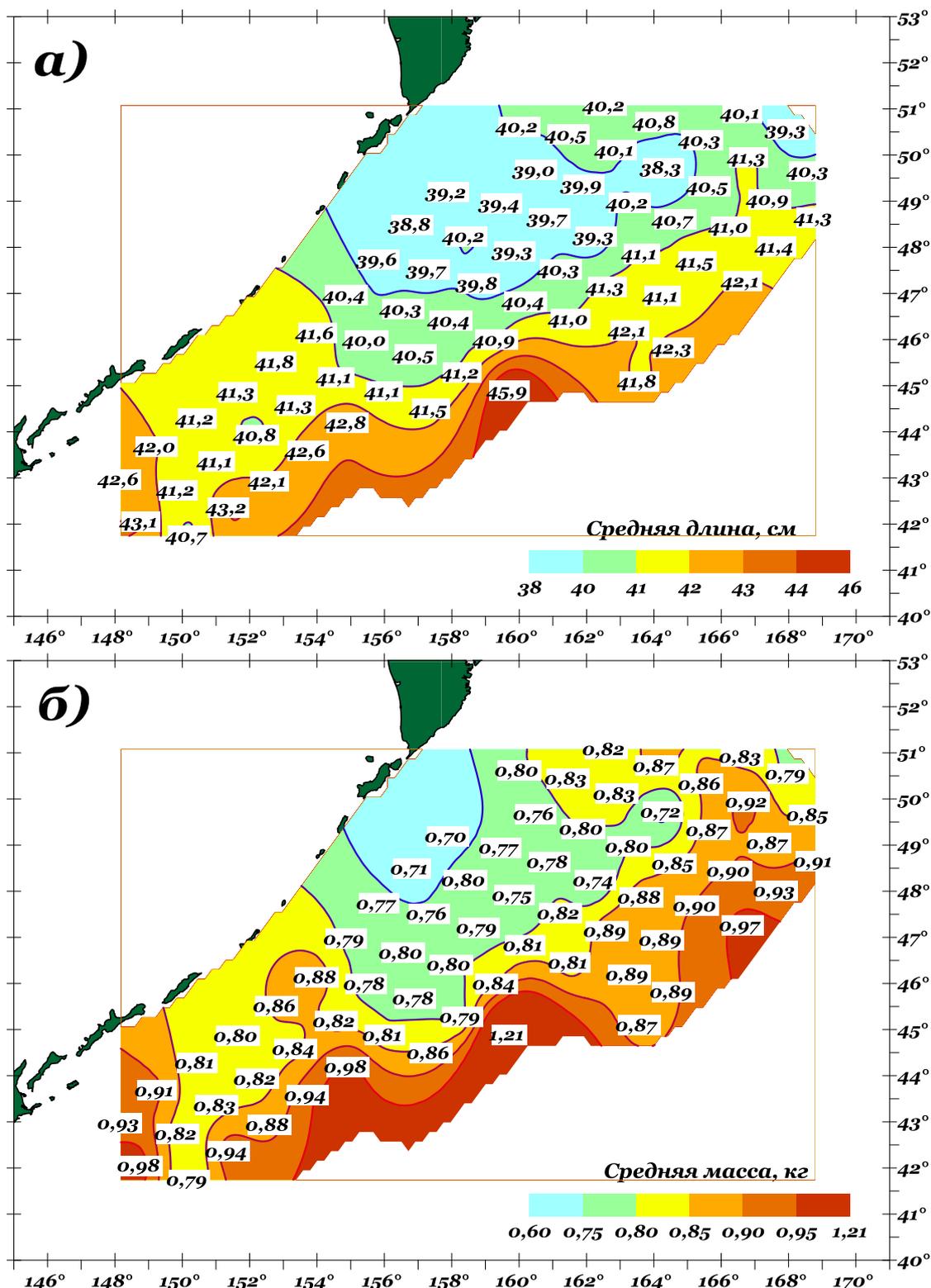


Рис. 6. Пространственное распределение средней длины (а) и массы (б) горбуши 02.06–07.07.2023 г.

Fig. 6. Spatial distribution of average fork length (а, cm) and average body weight (б, kg) for pink salmon in the trawl catches obtained in the northwestern Pacific on June 2 — July 7, 2023

На станциях южной трети акватории съемки облавливалась горбуша, длина тела которой чаще в среднем составляла от 41,1 до 43,1 см (рис. 6, а), а масса тела — от 0,76 до 0,94 кг (рис. 6, б).

В центральных районах преобладала горбуша длиной 39,3–40,5 см и массой до 0,84 кг. На восточных же станциях преобладали производители, средняя длина которых редко была менее 41 см (41,4–42,3 см), а средняя масса — 0,83–0,91 кг (рис. 6).

Средняя масса горбуши по данным всех ее уловов не сильно отличалась от приведенной выше и составила 1,001 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, в 2020 г. — 0,936, в 2021 г. — 0,810 (средняя длина — 40,8 см), а в 2022 г. — 1,001 кг.

Как видно из приведенных данных, столь низкая масса преданадромной горбуши за последние 7 лет была отмечена дважды — в годы ее рекордных подходов в охотоморский бассейн — в 2018 и 2021 гг.

Характерная особенность увеличения значений индекса зрелости (ГСИ) горбуши обоих полов от южных к северным станциям также проявилась и во время летней съемки 2023 г.

Так, у самцов в пределах южной части съемки средний ГСИ изменялся от 0,1 до 1,4 %, в центральных районах съемки — от 1,0 до 1,9 %, а на северных, северо-восточных станциях — от 1,7 до 4,0 %. У самок этот же показатель составил 2,9–3,9 %, 3,4–5,1 % и 4,2–6,7 % (максимальный средний ГСИ — 6,9 %) соответственно на южных, центральных и северных районах (рис. 7).

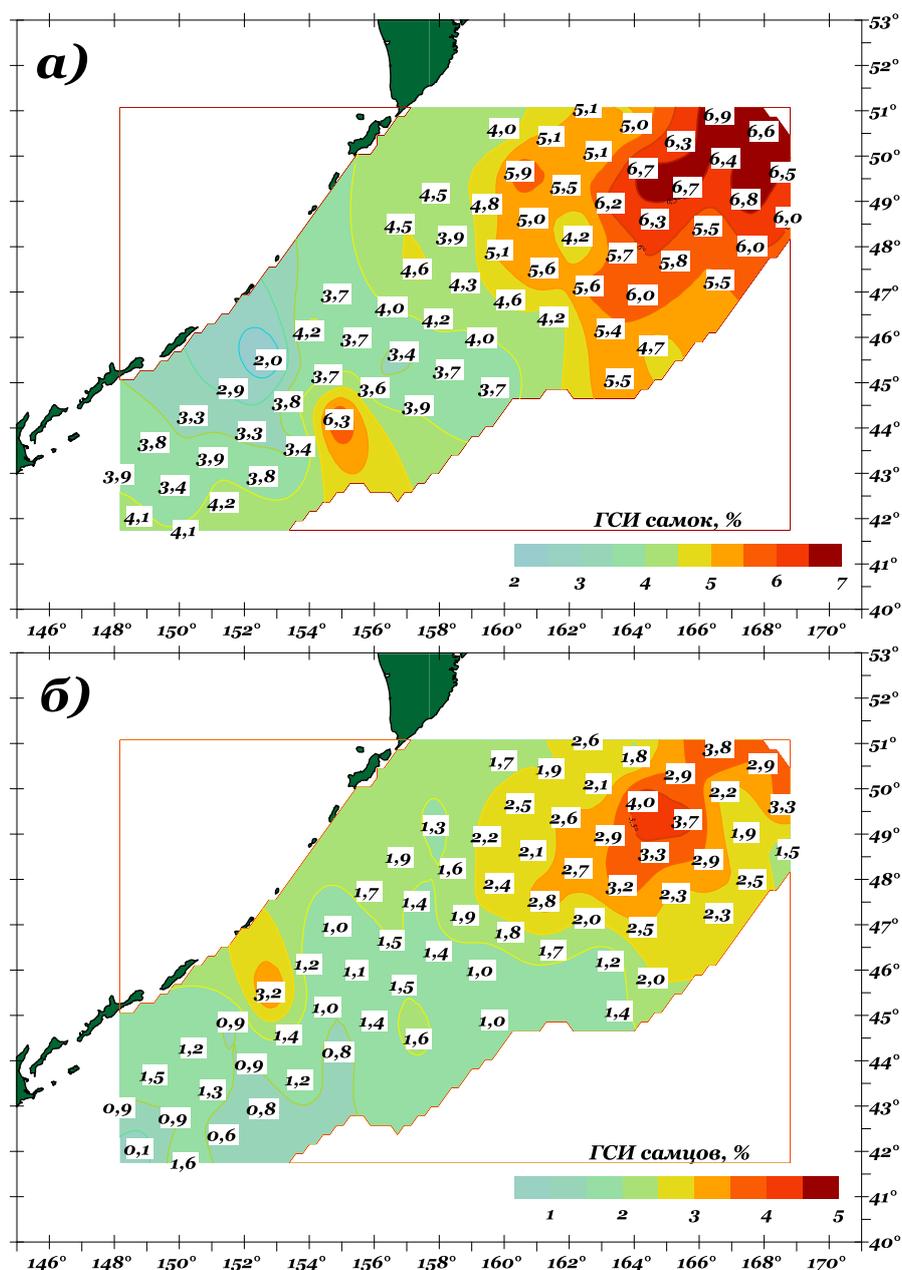


Рис. 7. Пространственное распределение средних значений гонадосоматического индекса (ГСИ) самок (а) и самцов (б) горбуши 02.06–07.07.2023 г., %

Fig. 7. Spatial distribution of average gonad-somatic index (%) for pink salmon females (a) and males (b) in the northwestern Pacific on June 2 — July 7, 2023

В широтном и 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 2–4-м разрезах, индексы зрелости гонад и самок, и самцов были в среднем ниже (рис. 7).

Эта закономерность была хорошо заметна и на схемах распределения индекса зрелости горбуши обоих полов: так в северо-западной части преобладали средние показатели индекса зрелости самцов от 1,3 до 2,6 %, а самок — от 3,9 до 5,1 %. На восточной периферии разрезов, выполненных в открытых водах, индекс зрелости самцов варьировал от 2,7 до 3,3 %, а у самок преобладали особи со средним значением ГСИ в пределах от 5,5 до 6,8 % и выше (рис. 7).

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.

Ежегодно при разделении горбуши на группы позднего (или «осенней») и раннего нереста (или «летней») использовали «экспертную» разбивку по индексу зрелости гонад отдельно самок и самцов. По частотному распределению индекса зрелости (ГСИ) самок и самцов горбуши выделены значения ГСИ горбуши обоих полов соответствующие модальным группам рыб менее средних значений экстремумов зрелости и более средних значений этого показателя. Эти значения соответствовали значениям ГСИ у самок до 4,0 % и более, а у самцов — до 1,5 % и более (рис. 8).

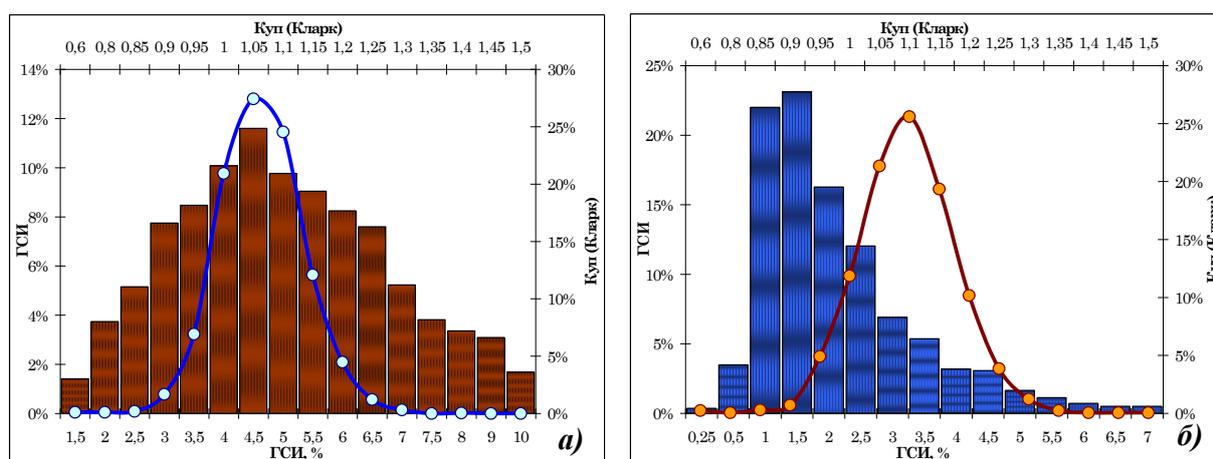


Рис. 8. Распределение доли самок (а) и самцов (б) половозрелой горбуши по интервалам ГСИ (*гистограммы*) и коэффициента упитанности по Кларк (*кривая*) в северо-западной части Тихого океана 02.06–07.07.2023 г.

Fig. 8. Frequency (%) distribution for average gonad-somatic index (*bars*) and Clark fatness coefficient (*curve*) for females (а) and males (б) of mature pink salmon in the northwestern Pacific on June 2 — July 7, 2023

Еще один показатель — коэффициент упитанности по Кларк — аналогично частотному распределению ГСИ, имел вид типичного нормального распределения Гаусса с пиковыми значениями для самок и самцов соответственно 1,05 и 1,10 (рис. 8).

Одинаковый тип распределения (нормальный равномерный или близкий к нормальному) этих показателей (ГСИ и Куп) связан, на наш взгляд, со следующим: несмотря на то, что большинство рыб имели схожие физиологические кондиции, у части из них соматический рост еще превышал генеративный (поздние — упитанность более 1,0–1,1), а у части уже преобладал прирост массы половых продуктов (ранние — упитанность менее 1,0–1,1).

Ориентируясь на отмеченные границы, отдельно для самок и самцов получены следующие количественные соотношения производителей горбуши более раннего нереста (северных регионов) и

более позднего нереста (преобладают южные регионы): первых — 57 %, вторых — 43 %, или 387,5 против 291,3 млн экз. горбуши поздней формы.

Заключение

В результате траловой съемки, выполненной в тихоокеанских водах Курильских островов в пределах ИЭЗ РФ и конвенционном районе СЗТО за пределами внешней границы ИЭЗ РФ, определены численность и биомасса всех представителей nekтона и макропланктона. Выявлены особенности пространственного распределения массовых представителей пелагического nekтона 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 оконтурены 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 2023 г. в СЗТО.

Наиболее важным результатом экспедиции стали рекордные оценки численности и биомассы преданадромной горбуши, оконтуренной на площади 1,157 млн км², которые составили 678,7 млн экз., или 549,9 тыс. т. Полученный результат в ряду нечетных лет оказался вторым после аналогичной съемки 2021 г., когда в водах СЗТО было учтено 901 млн экз. (726 тыс. т) преданадромной горбуши, мигрировавшей к рекам охотоморского бассейна. Уровень учтенной численности производителей горбуши в 2023 г., как и 2 годами ранее, дает все основания для краткосрочного прогноза еще одного исторически максимального вылова горбуши в бассейне Охотского моря при должной организации промысла.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Выражаю благодарность экипажу НИС «ТИНРО» за добросовестный труд и качественный сбор первичных материалов.

The author is grateful to the crew and scientific team of RV TINRO for their diligent work and high-quality collection of primary research materials.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study had no sponsorship.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

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

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

Список литературы

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.

Волвенко И.В. Проблемы количественной оценки обилия рыб по данным траловых съемок // Изв. ТИНРО. — 1998. — Т. 124. — С. 473–500.

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

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

Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России. Т. 1 : моногр. — Владивосток : ТИНРО, 2001. — 580 с.

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

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

Поступила в редакцию 16.01.2024 г.

После доработки 30.01.2024 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

*The article was submitted 16.01.2024; approved after reviewing 30.01.2024;
accepted for publication 29.03.2024*