

УДК 597.553.2:639.321

DOI: 10.15853/2072-8212.2020.57.67-98

МНОГОЛЕТНИЕ ТЕНДЕНЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И РЕГИОНАЛЬНОГО СОСТАВА УЛОВОВ ЗАВОДСКОЙ МОЛОДИ ГОРБУШИ И КЕТЫ В ПЕРИОД ОСЕННИХ МИГРАЦИЙ В БАССЕЙНЕ ОХОТСКОГО МОРЯ

А.В. Бугаев, А.И. Чистякова, С. Урава*



Зам. директора, д. б. н.; ст. н. с., к. б. н.; Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии («КамчатНИРО»)

683000 Петропавловск-Камчатский, Набережная, 18. Тел.: 8 (4152) 41-27-01

E-mail: bugaev.a.v@kamniro.ru, chistyakova.a.i@kamniro.ru

*Ст. н. с., Хоккайдский национальный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства

2-2 Nakanoshima, Toyohira-ku, Sapporo 062-0922, Japan

Tel.: 81-11-822-2131. E-mail: urawa@affrc.go.jp

ГОРБУША, КЕТА, ПОСТКАТАДРОМНЫЕ МИГРАЦИИ, ОТОЛИТЫ, МАРКИРОВАНИЕ, РЫБОВОДНЫЕ ЛОСОСЕВЫЕ ЗАВОДЫ

На основе данных отолитного маркирования оценены многолетние тенденции распределения и регионального состава уловов заводской молоди горбуши и кеты в период осенних посткатадромных миграций в бассейне Охотского моря в 2011–2017 гг. Показана количественная и внутривидовая структура скоплений заводских рыб обоих видов в связи с межгодовой изменчивостью формирования урожайных и неурожайных поколений горбуши.

Проведенный анализ позволил определить, что плотность скоплений заводской молоди кеты России и Японии, образуемых в восточной части Охотского моря, значительно выше в четные годы наблюдений. При этом проникновение активной части мигрантов Сахалино-Курильского и Хоккайдского комплексов стад в северо-восточном направлении Охотоморского бассейна более выражено. Основной причиной этого мы считаем относительно низкую численность неурожайных поколений (нечетные годы воспроизводства) горбуши Западной Камчатки в период осенней откочевки в четные годы.

В целом, полученные результаты указывают на то, что циклическая миграция молоди горбуши и кеты в бассейне Охотского моря во время посткатадромных миграций имеет системный и массовый характер. В процесс вовлечены рыбы как заводского, так и естественного происхождения. Подобная схема распределения молоди характерна для четных и нечетных лет.

LONG-TERM TRENDS IN DISTRIBUTION AND REGIONAL COMPOSITION OF THE CATCHES OF HATCHERY PINK AND CHUM SALMON DURING AUTUMN MIGRATIONS IN THE BASIN OF THE SEA OF OKHOTSK

Alexander V. Bugaev, Alexandra I. Chistyakova, Shigehiko Urava*

Dep. Director, Dr. of Science (Biology); Senior Scientist, Ph. D. (Biology); Kamchatka Branch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography ("KamchatNIRO")

683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberezhnaya, 18. Tel.: +7 (4152) 41-27-01

E-mail: bugaev.a.v@kamniro.ru, chistyakova.a.i@kamniro.ru

*Senior Scientist, Hokkaido National Fisheries Research Institute (HNF)

2-2 Nakanoshima, Toyohira-ku, Sapporo 062-0922, Japan

Tel.: 81-11-822-2131. E-mail: urawa@affrc.go.jp

PINK SALMON, CHUM SALMON, POST-CATADROMOUS MIGRATIONS, OTOLITHS, MARKING, SALMON HATCHERIES

Long-term trends in distribution and regional composition of the catches of hatchery pink and chum salmon during autumn post-catadromous migrations in the basin of the Sea of Okhotsk in 2011–2017 were evaluated based on the otolith marking data. Qualitative and intraspecific structure of the hatchery fish aggregations was analyzed in connection to the interannual variety in forming abundant and not abundant generations of pink salmon.

The analyze is carried out allowed to find out that the aggregation density of Russian and Japan hatchery juvenile chum salmon in the eastern part of the Sea of Okhotsk is higher in the even years of observation. Along that the distribution of the active migrants of the Sakhalin-Kurile and Hokkaido stock complexes in the north-east direction withing the Okhotsk Sea basin is better expressed. We think, that the main reason is low abundance of pink salmon generations (odd years of spawning) on West Kamchatka during autumn migration in the even years.

In general the results obtained indicate that the cyclic migration of juvenile pink and chum salmon in the basin of the Sea of Okhotsk during post-catadromous migrations is of a systemic and mass character. Hatchery and wild fish have been engaged. The scheme of the juvenile distribution is similar in even and odd years.

Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей является важнейшим этапом для формирования их численности. Значение Охотского моря

для воспроизводства и раннего морского нагула лососей трудно переоценить, поскольку здесь ежегодно добывается порядка 70–80% от общего вы-

лова этого вида биоресурсов в России. Не менее важен этот регион и для нагула молоди лососей Японии, поскольку значительная ее часть также совершает здесь продолжительные посткатадромные миграции.

В настоящее время в бассейне Охотского моря существенную долю запасов тихоокеанских лососей составляют рыбы, воспроизводящиеся на лососевых рыболовных заводах (ЛРЗ) Дальнего Востока России (Сахалин, Курильские о-ва, Западная Камчатка и североохотоморское материковое побережье) и Японии (о-ва Хоккайдо и Хонсю). По данным Комиссии по анадромным рыбам северной части Тихого океана (NPAFC — North Pacific Anadromous Fish Commission), в 2001–2018 гг. приблизительный ежегодный выпуск молоди с ЛРЗ составил: Россия — 0,8–1,0 млрд экз.; Япония — 1,8–2,0 млрд экз. (www.npafc.org). Почти 100% объема искусственного воспроизводства представлено двумя видами, кетой и горбушей. При этом соотношение выпусков этих видов на российских ЛРЗ, соответственно, составляет порядка 60:40%, на японских ЛРЗ — 95:5%.

В связи с вышесказанным, необходимость изучения нагула заводской молоди тихоокеанских лососей в течение морского/океанического периода жизни приобретает особую актуальность. Особенно это важно для раннего морского периода жизни лососей, когда закладываются продукционные показатели их потенциальных возвратов. На современном этапе наиболее значимым представляется изучение количественного распределения и внутривидовой структуры скоплений, а также сроков и путей миграции заводских лососей во время осенней откочевки молоди из прибрежных зон центров воспроизводства в открытые воды Охотского моря.

Основным способом получения данной информации является применение результатов отолитного мечения — маркирования. С этой целью на значительной части ЛРЗ Северотихоокеанского бассейна с 1990-х гг. выполняется маркирование тихоокеанских лососей. Работы ведутся на международном уровне в рамках деятельности NPAFC. На базе Комиссии был сформирован банк данных кодирования меток всех ЛРЗ Северной Пацифики (www.npafc.org), что позволяет практически со 100%-й вероятностью идентифицировать маркированных рыб заводского происхождения в морских уловах. Информацию об уловах и первичный

отолитный материал ежегодно собирают во время проведения траловых учетных съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря в период осенних посткатадромных миграций лососей.

Первые сводные данные о применении результатов отолитного маркирования для определения происхождения и путей миграций заводской молоди горбуши и кеты в Охотском море в осенний период представлены в работах А.И. Чистяковой и А.В. Бугаева (2013, 2016). Позднее на основе этих данных были проведены исследования по оценке эффективности работы российских и японских ЛРЗ (Шевляков, Чистякова, 2017), которые показали необходимость расширения уровня маркирования тихоокеанских лососей при осуществлении искусственного воспроизводства в обеих странах.

В настоящее время накоплен достаточно большой новый материал, позволяющий расширить наши знания о миграционной активности лососей российских и японских ЛРЗ во время откочевки от мест воспроизводства в открытые воды Охотоморского бассейна. На основе этих данных были оценены закономерности миграций молоди горбуши и кеты в четные и нечетные годы, то есть с учетом «горбушевой» флуктуации численности урожайных и неурожайных поколений.

Целью настоящей работы является необходимость ревизии накопленных данных о внутривидовой структуре скоплений и миграциях заводской молоди горбуши и кеты в период осеннего нагула в водах Охотского моря в зависимости от межгодовой изменчивости численности региональных комплексов стад азиатской горбуши.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В качестве материалов, положенных в основу настоящей работы, использованы отолиты молоди горбуши и кеты, собранные в период выполнения комплексных траловых съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в Охотском море осенью 2011–2017 гг. (табл. 1). Общее количество выборок составило 6924 экз. горбуши и 9870 экз. кеты. На каждой траловой станции, где позволяли количественные объемы уловов молоди, для поиска отолитных меток брали выборки, составляющие приблизительно 50 экз. рыб. Стандартная схема траловых станций, проводимых в осенний период в бассейне Охотского моря, представлена на рисунке 1.

Таблица 1. Периодика сбора и объем проб отоликов молодежи горбуши и кеты из траловых уловов НИС в Охотском море в осенний период 2011–2017 гг.
Table 1. Sampling period and size of juvenile chum and pink salmon otolith sample from the autumn trawl catches of research vessels in the Sea of Okhotsk in 2011–2017

Год Year	Период съемки Survey period	НИС R/V	Вид Species	Количество рыб (пар отоликов) Number of fish (pairs of otoliths)
2011	21.09–02.11.2011	«Профессор Кагановский» “Professor Kaganovsky”	Горбуша / Pink salmon Кета / Chum salmon	730 857
2012	05.10–05.11.2012	«ТИНРО» “TINRO”	Горбуша / Pink salmon Кета / Chum salmon	894 2370
2013	12.10–09.11.2013	«ТИНРО» “TINRO”	Горбуша / Pink salmon Кета / Chum salmon	800 800
2014	04.10–31.10.2014	«Профессор Кагановский» “Professor Kaganovsky”	Горбуша / Pink salmon Кета / Chum salmon	1000 1960
2015	27.09–21.10.2015	«Профессор Кагановский», «ТИНРО» “Professor Kaganovsky”, “TINRO”	Горбуша / Pink salmon Кета / Chum salmon	750 1073
2016	08.10–18.11.2016	«Профессор Кагановский» “Professor Kaganovsky”	Горбуша / Pink salmon Кета / Chum salmon	600 1160
2017	11.10–15.11.2017	«Профессор Кагановский» “Professor Kaganovsky”	Горбуша / Pink salmon Кета / Chum salmon	2150 1650

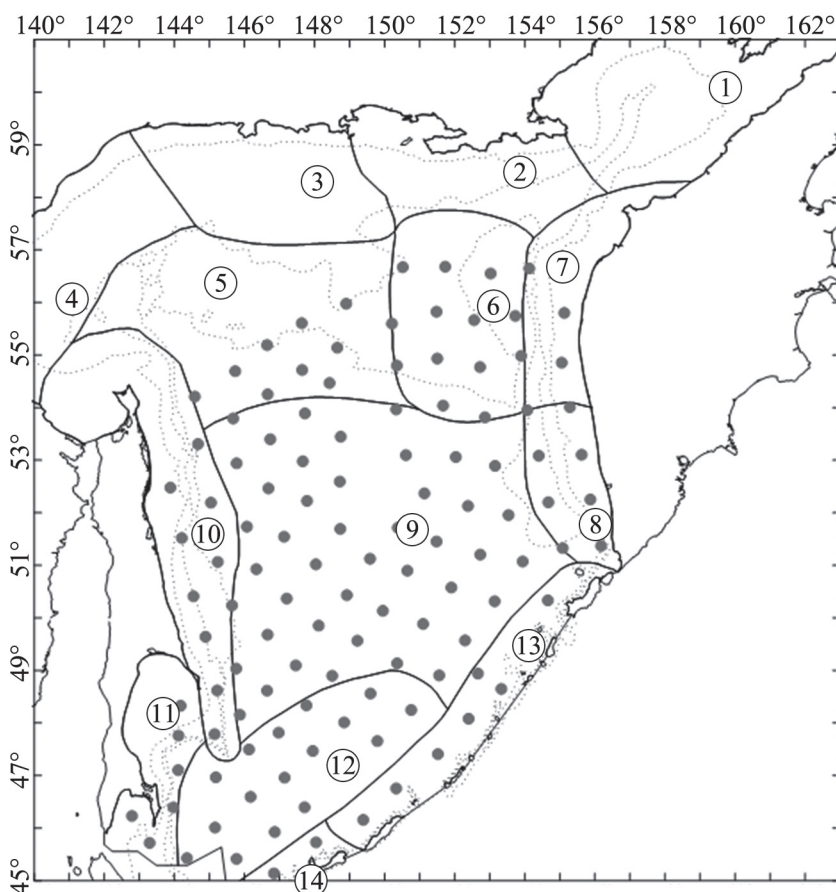


Рис. 1. Стандартная схема траловых станций осенних пелагических комплексных съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря. Цифрами и линиями выделены биоценологические районы исследований (Волвенко, 2003)

Fig. 1. The standard scheme of the TINRO-Center's autumn complex pelagic trawl survey stations in the basin of the Sea of Okhotsk. Legend: numbers and lines highlighted biocenological research areas (Волвенко, 2003)

Камеральную обработку отоликов производили в лабораторных условиях, где отолики сначала клеили на предметные стекла при помощи термопластического цемента (Buechler, США), а затем шлифовали с помощью мелкозернистых дисков до появления центральной части. На визуально-аналитическом комплексе LEICA DM 1000 сканировали имиджи отоликов с разрешением 900 точек/мм. При обнаружении маркированных

особей фотографии меток идентифицировали по базе данных эталонных меток NPAFC (<http://npafc.taglab.org/arkSummary.asp>).

Расчет относительной численности маркированных заводских рыб в бассейне Охотского моря осуществляли на основе количественных показателей фактических уловов отдельных тралений (по данным ФГБНУ «ТИНРО-Центр») с применением долевых оценок их встречаемости для каж-

дой конкретной станции тралений, в которой были найдены особи с отолитными метками. Таким образом были получены суммарные средневзвешенные оценки численности маркированных рыб в уловах с учетом реального количественного распределения молоди тихоокеанских лососей в акватории полигона исследований.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ общего количественного распределения уловов молоди горбуши и кеты в период осенних миграций

Исследования по учету молоди тихоокеанских лососей в период осенней откочевки в открытые воды Охотского моря ведутся ежегодно в рамках мониторинговых работ. Получаемые данные в первую очередь служат целям прогнозирования численности возвратов производителей охотоморских стад горбуши и кеты в центры регионально-го воспроизводства. Результаты траловых учетных работ, проводимых здесь в 2011–2017 гг., представлены на рисунках 2–9. В данном случае для анализа структуры уловов мы применили дифференцированный подход, разделив периоды наблюдений на нечетные (2011, 2013, 2015, 2017) и четные (2012, 2014, 2016) годы. Выполнено это в связи с необходимостью оценки потенциального влияния чередования урожайных и неурожайных линий поколений горбуши в целом на межгодовую изменчивость структуры уловов, а также на характер распределения в уловах маркированных рыб заводского происхождения.

Анализ распределения уловов молоди горбуши и кеты в бассейне Охотского моря показал, что плотность скоплений сеголетков горбуши наиболее высока в нечетные годы проведения учетных съемок. При этом максимальные уловы от 500 экз. на 1 траление и выше образуются в восточной или юго-восточной частях полигона исследований. В некоторые годы (2013 и 2017) уловы горбуши здесь варьируют на уровне 1000–2000 экз. на 1 траление и выше. Понятно, что подобное распределение количественной структуры уловов в основном определяется вариабельностью смены урожайных и неурожайных поколений горбуши двух основных региональных центров воспроизводства — Западной Камчатки и Сахалина. Таким образом, высокая численность молоди горбуши, фиксируемая на съемках в нечетные годы, обеспечивает высокие подходы производителей в четные. Дан-

ная закономерность давно отмечена специалистами, занимающимися изучением посткатадромных миграций тихоокеанских лососей в бассейне Охотского моря (Ерохин, 2002; Шунтов, Темных, 2008).

Рассматриваемый период 2011–2017 гг. выделяется тем, что именно в это время произошла перестройка динамики уловов горбуши на Сахалине и Западной Камчатке (рис. 10). Из представленной гистограммы, отражающей динамику промысловых уловов горбуши основных охотоморских центров воспроизводства России и Японии, видно, что уловы сахалинской горбуши после 2015 г. резко упали. В результате нарушилась динамика чередования линий урожайных и неурожайных поколений. На данном этапе нельзя однозначно говорить о смене доминант возвратов сахалинской горбуши в нечетные и четные годы, поскольку имеющийся ряд наблюдений недостаточно продолжителен. Отметим лишь, что у западнокамчатской горбуши аналогичный сбой произошел в 2014 г. Однако развитие промысловой ситуации в 2016 и 2018 гг. показало, что смены доминанты поколений у этой группировки стад не произошло.

У молоди кеты наиболее плотные скопления уловов также наблюдаются в восточной и юго-восточной частях Охотоморского бассейна. При этом в нечетные годы наблюдений более высокая концентрация скоплений кеты приходится на юго-восточную часть полигона исследований, а в четные — на восточную и северо-восточную. Наиболее вероятно, что влияние на распределение молоди кеты оказывает формирование скоплений сеголетков горбуши Западной Камчатки, Сахалина и Курильских о-вов, продуцируемых высоко- и низкоурожайными поколениями производителей этих региональных центров воспроизводства.

Тем не менее понятно, что существенную роль в распределении уловов молоди кеты, как и в случае с горбушей, прежде всего играет внутривидовая динамика региональных запасов этого вида в Охотоморском бассейне Дальнего Востока России и Японии (рис. 11). Следует учитывать, что (в отличие от горбуши) кета является видом с продолжительным морским периодом жизни. Поэтому за рассматриваемый в работе короткий период наблюдений (съемки — 7 лет, промысел — 8 лет) нельзя достоверно оценить влияние флуктуаций численности ее поколений на структуру посткатадромных скоплений.

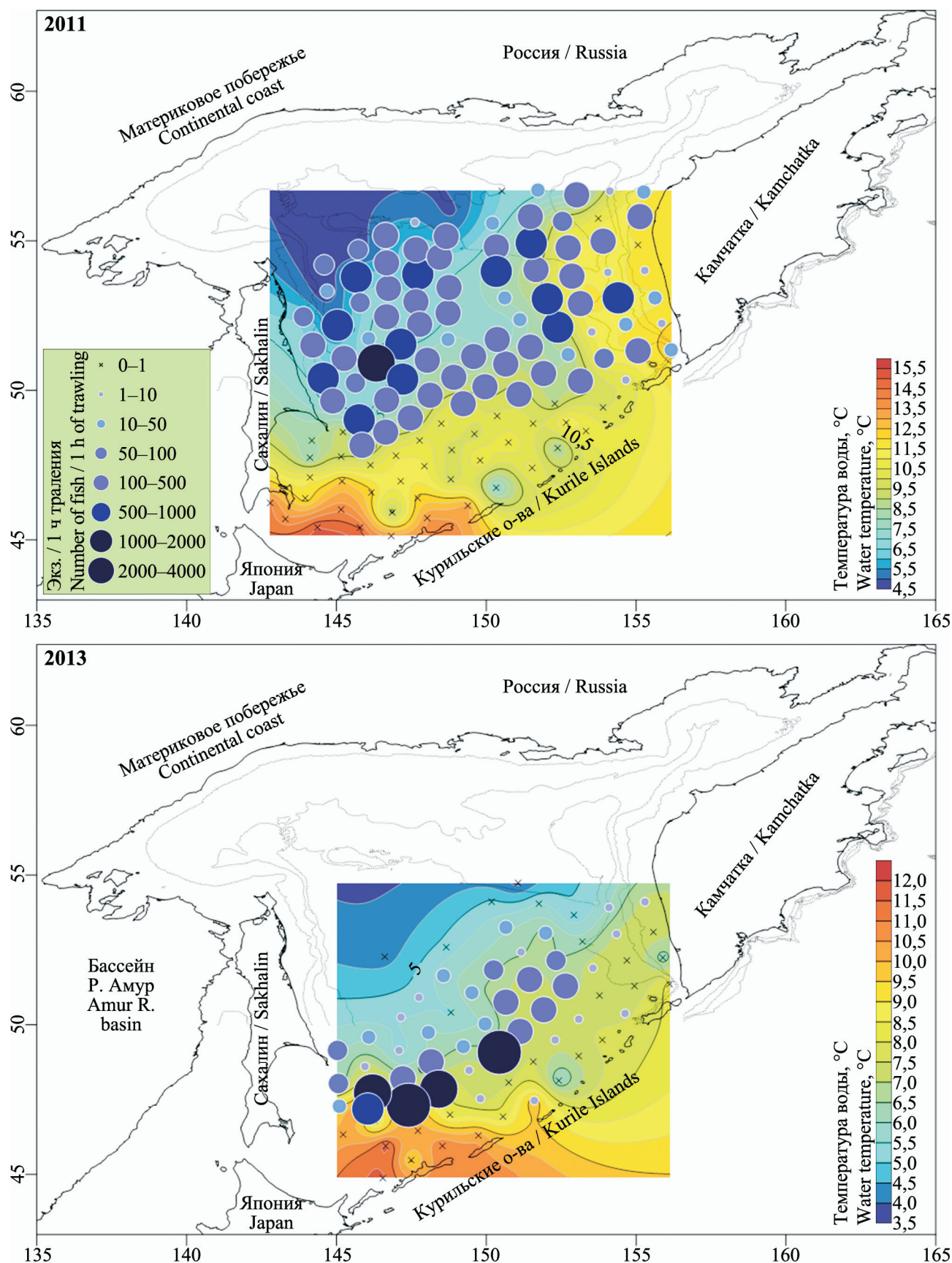


Рис. 2. Распределение уловов молоди горбуши поколений четных лет воспроизводства (экз./1 ч траления) и температуры поверхности воды (°C) по данным траловых учетных съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря в осенний период 2011 и 2013 гг. (съемки нечетных лет)
 Fig. 2. The distribution of the catches of juvenile pink salmon from spawning in the even years (number of fish / 1 hour of trawling) and surface water temperature (°C) on the data of autumn trawl surveys by TINRO-Center in the basin of the Sea of Okhotsk in 2011 and 2013 (surveys in the odd years)

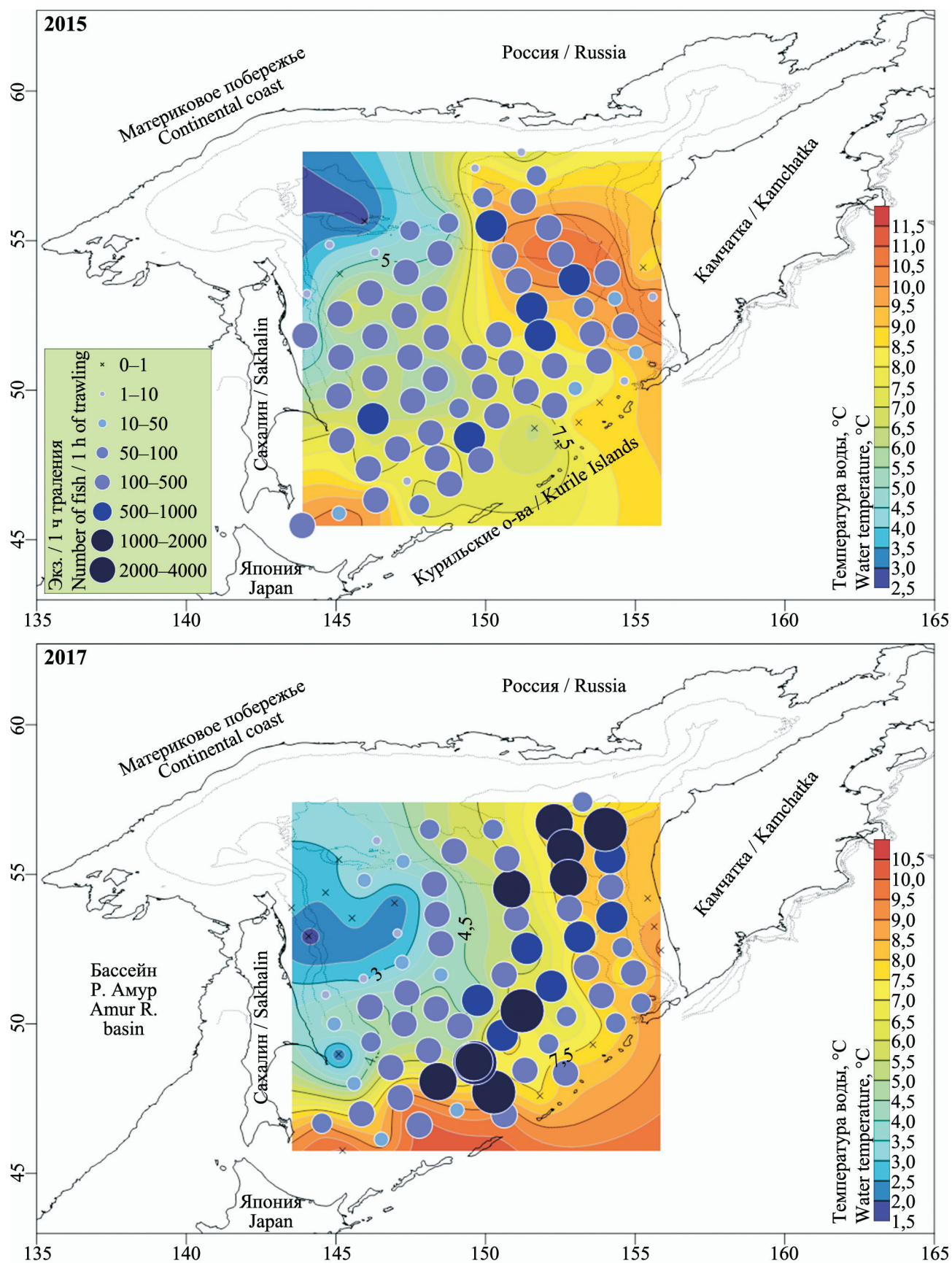


Рис. 3. Распределение уловов молоди горбуши поколений четных лет воспроизводства (экз./1 ч траления) и температуры поверхности воды (°C) по данным траловых учетных съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря в осенний период 2015 и 2017 гг. (съемки нечетных лет)

Fig. 3. The distribution of the catches of juvenile pink salmon from spawning in the even years (number of fish / 1 hour of trawling) and surface water temperature (°C) on the data of autumn trawl surveys by TINRO-Center in the basin of the Sea of Okhotsk in 2015 and 2017 (surveys in the odd years)

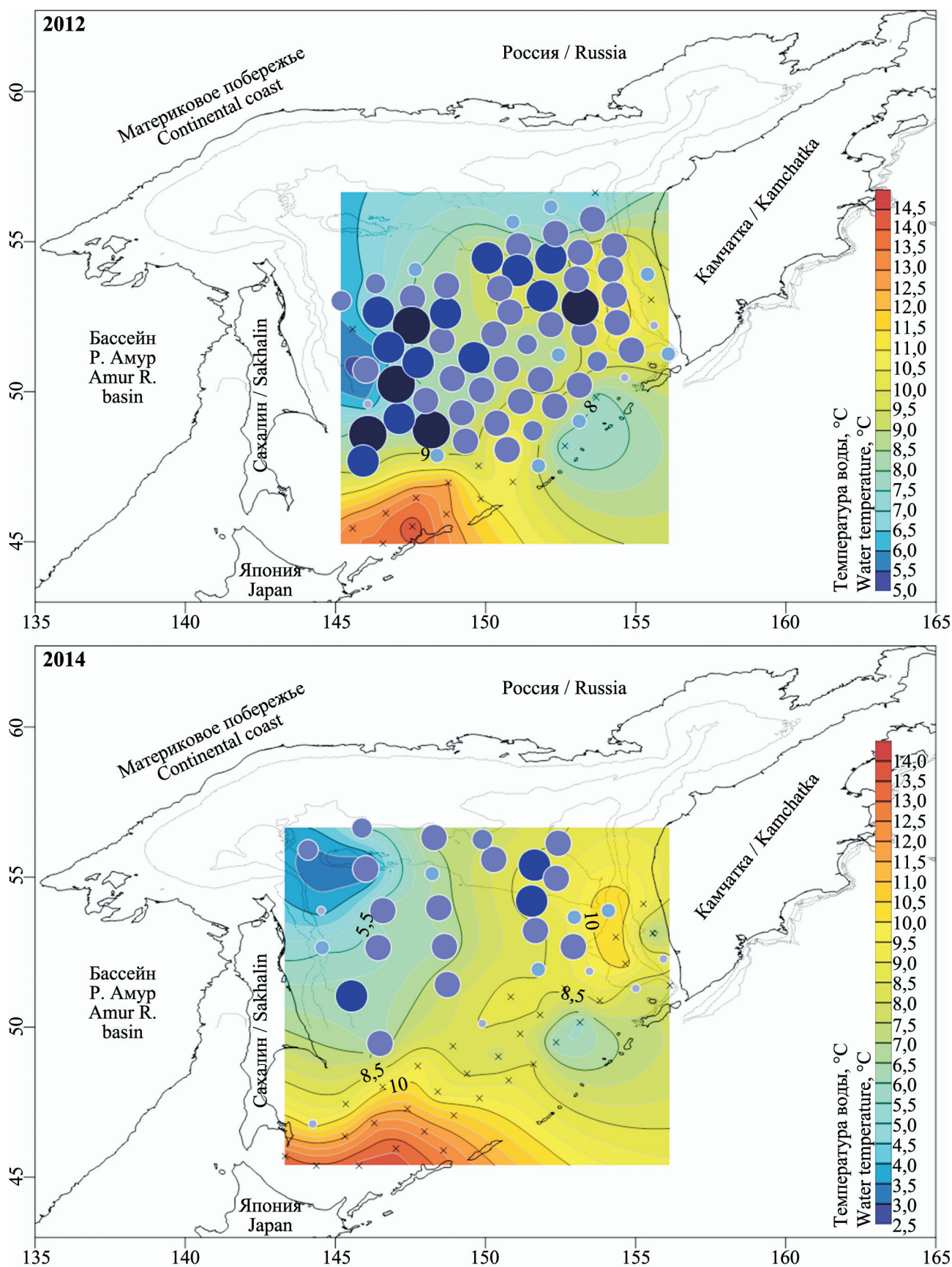


Рис. 4. Распределение уловов молодежи горбуши поколений нечетных лет воспроизводства (экз. / 1 ч траления) и температуры поверхности воды ($^{\circ}\text{C}$) по данным траловых учетных съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря в осенний период 2012 и 2014 гг. (съемки четных лет)
 Fig. 4. The distribution of the catches of juvenile pink salmon from spawning in the odd years (number of fish / 1 hour of trawling) and surface water temperature ($^{\circ}\text{C}$) on the data of autumn trawl surveys by TINRO-Center in the basin of the Sea of Okhotsk in 2012 and 2014 (surveys in the even years)

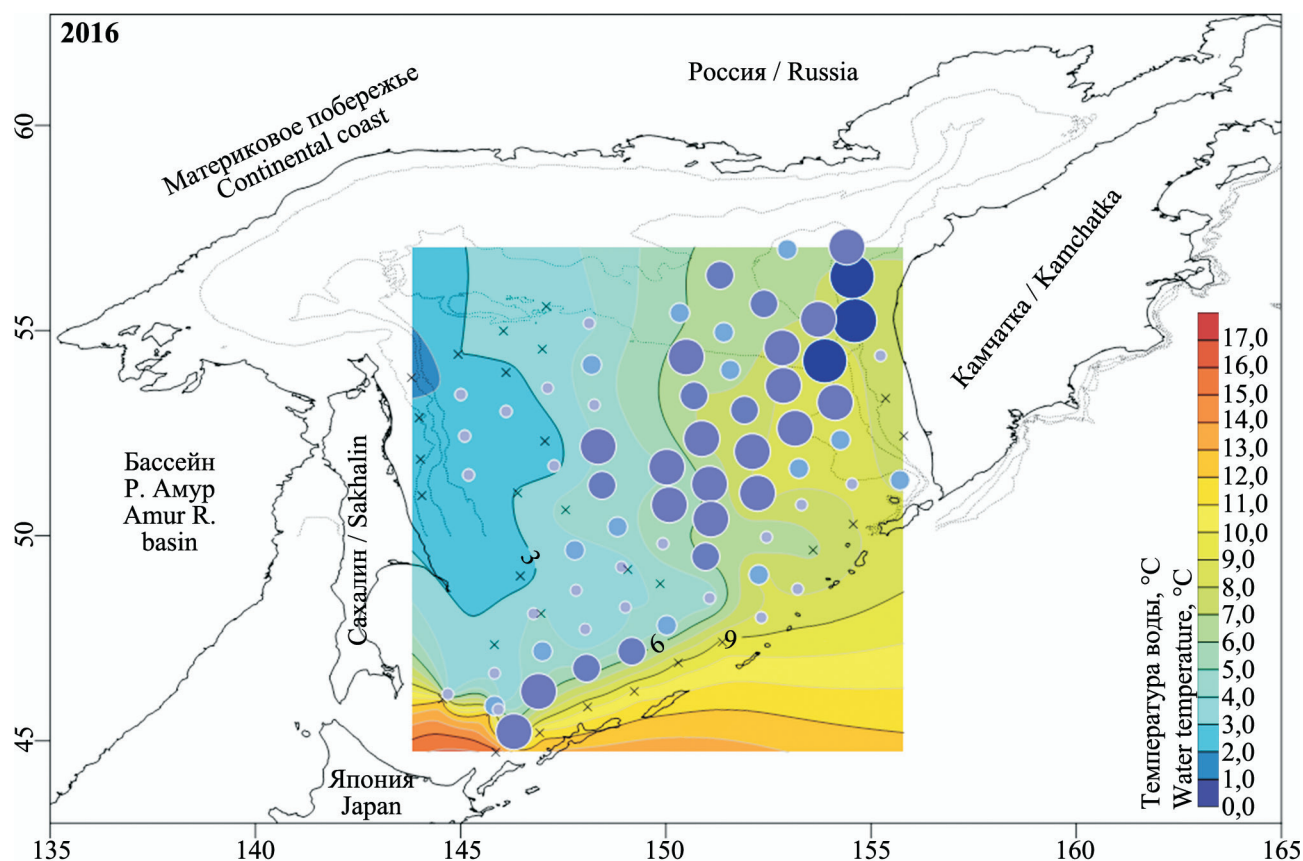


Рис. 5. Распределение уловов молоди горбуши поколений нечетных лет воспроизводства (экз. / 1 ч траления) и температуры поверхности воды (°C) по данным траловых учетных съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря в осенний период в 2016 г. (съемки четных лет)
 Fig. 5. The distribution of the catches of juvenile pink salmon from spawning in the odd years (number of fish / 1 hour of trawling) and surface water temperature (°C) on the data of autumn trawl surveys by TINRO-Center in the basin of the Sea of Okhotsk in 2016 (surveys in the even years)

Однако из представленных на гистограмме данных видно, что основу вылова российской кеты в Охотоморском бассейне составляют стада Западной Камчатки, Сахалина, Курильских о-вов и бассейна р. Амур. Следовательно, эффективность воспроизводства кеты этих региональных комплексов стад в значительной степени и будет определять распределение уловов молоди в период посткатадромных миграций в Охотском море.

Учитывая высокий уровень запасов японской кеты, отдельно следует рассмотреть потенциальное воздействие данного комплекса стад на структуру скоплений молоди этого вида в Охотоморском бассейне. Ранее по результатам идентификации маркированных рыб, выпущенных с ЛРЗ Хоккайдо и Хонсю, было доказано присутствие японской молоди кеты в траловых уловах (Чистякова, Бугаев, 2013, 2016). Это согласуется с представлениями японских специалистов о практически 100%-й миграции молоди кеты, выпускаемой с ЛРЗ Хоккайдо и Хонсю, на нагул в Охотское море (Urawa et al., 2018).

Однако следует принимать во внимание тот факт, что до 2017 г. общий уровень маркирования японской кеты был относительно невысок, составляя около 10%. Поэтому, несмотря на высокую фактическую численность японской кеты в структуре азиатских запасов этого вида, дать однозначную оценку ее влияния на распределение всей молоди в водах Охотского моря весьма затруднительно.

Полученные в результате учетных траловых съемок оценки относительной численности молоди горбуши и кеты во время осенних нагульных миграций в Охотоморском бассейне представлены на рисунке 12. В среднем за период 2011–2017 гг., по данным специалистов ТИНРО, численность горбуши в нечетные годы наблюдений составляла 1330 млн экз., а в четные — 755 млн экз. Максимум был отмечен в 2017 г. (2752 млн экз.), а минимум — в 2016 г. (442 млн экз.). Отметим, что в 2017 г. был зафиксирован исторический максимум встречаемости молоди горбуши в ряду наблюдений охотоморских учетных съемок.

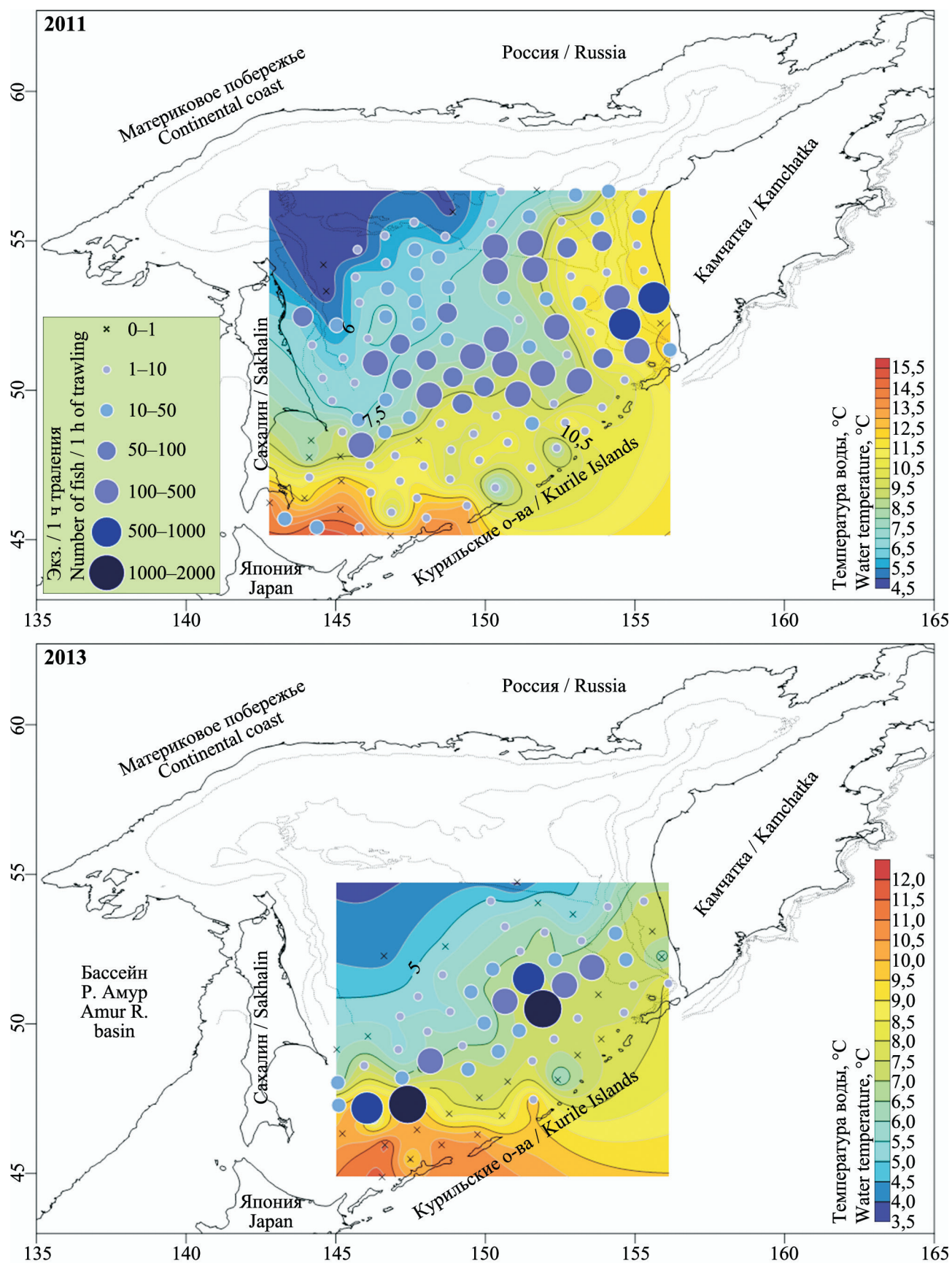


Рис. 6. Распределение уловов молоди кеты (экз. / 1 ч траления) и температуры поверхности воды (°C) по данным траловых учетных съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря в осенний период 2011 и 2013 гг. (съемки нечетных лет)
 Fig. 6. The distribution of the catches of juvenile chum salmon (number of fish / 1 hour of trawling) and surface water temperature (°C) on the data of autumn trawl surveys by TINRO-Center in the basin of the Sea of Okhotsk in 2011 and 2013 (surveys in the odd years)

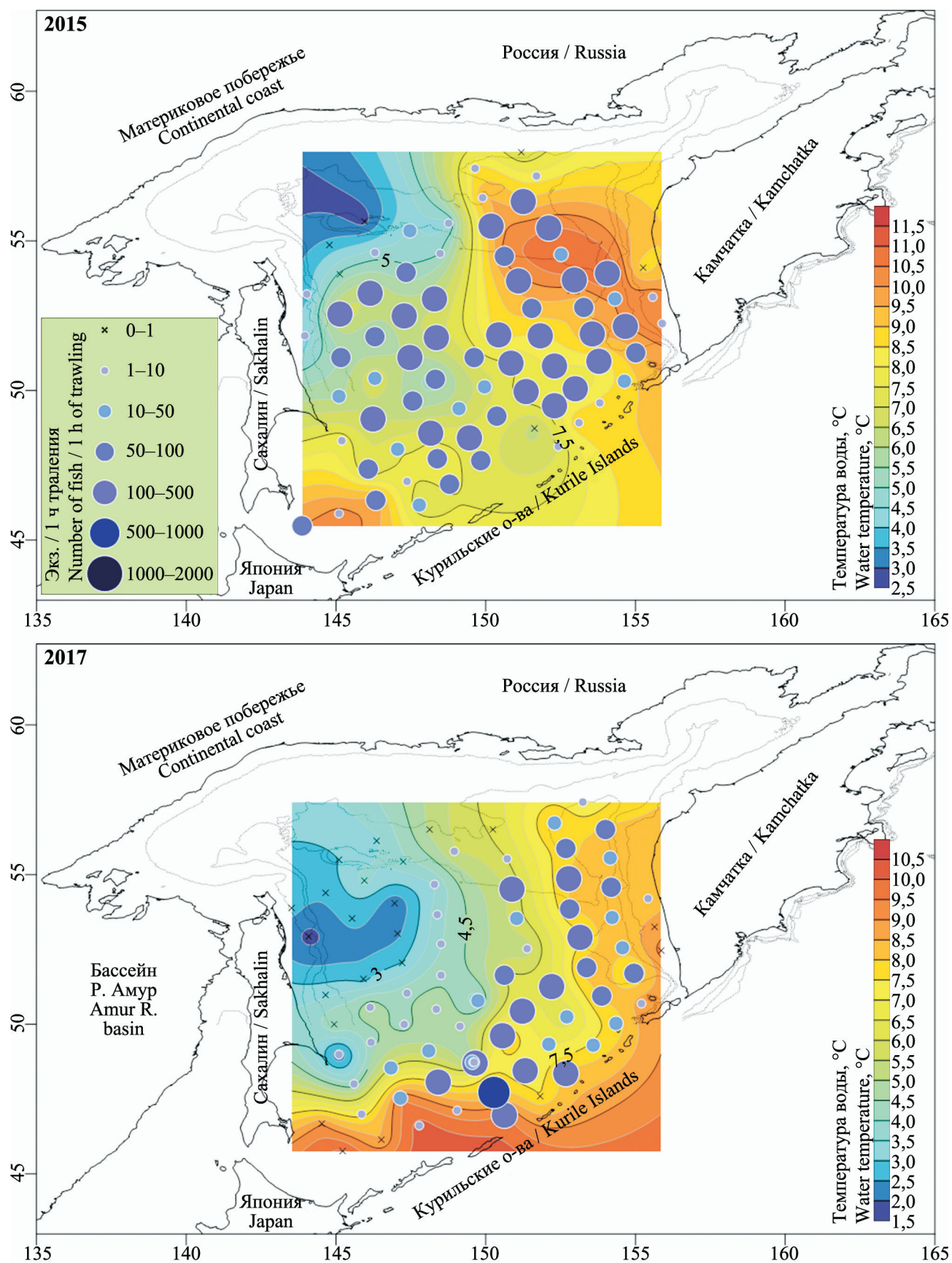


Рис. 7. Распределение уловов молоди кеты (экз./1 ч траления) и температуры поверхности воды (°C) по данным траловых учетных съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря в осенний период 2015 и 2017 гг. (съемки нечетных лет)

Fig. 7. The distribution of the catches of juvenile chum salmon (number of fish / 1 hour of trawling) and surface water temperature (°C) on the data of autumn trawl surveys by TINRO-Center in the basin of the Sea of Okhotsk in 2015 and 2017 (surveys in the odd years)

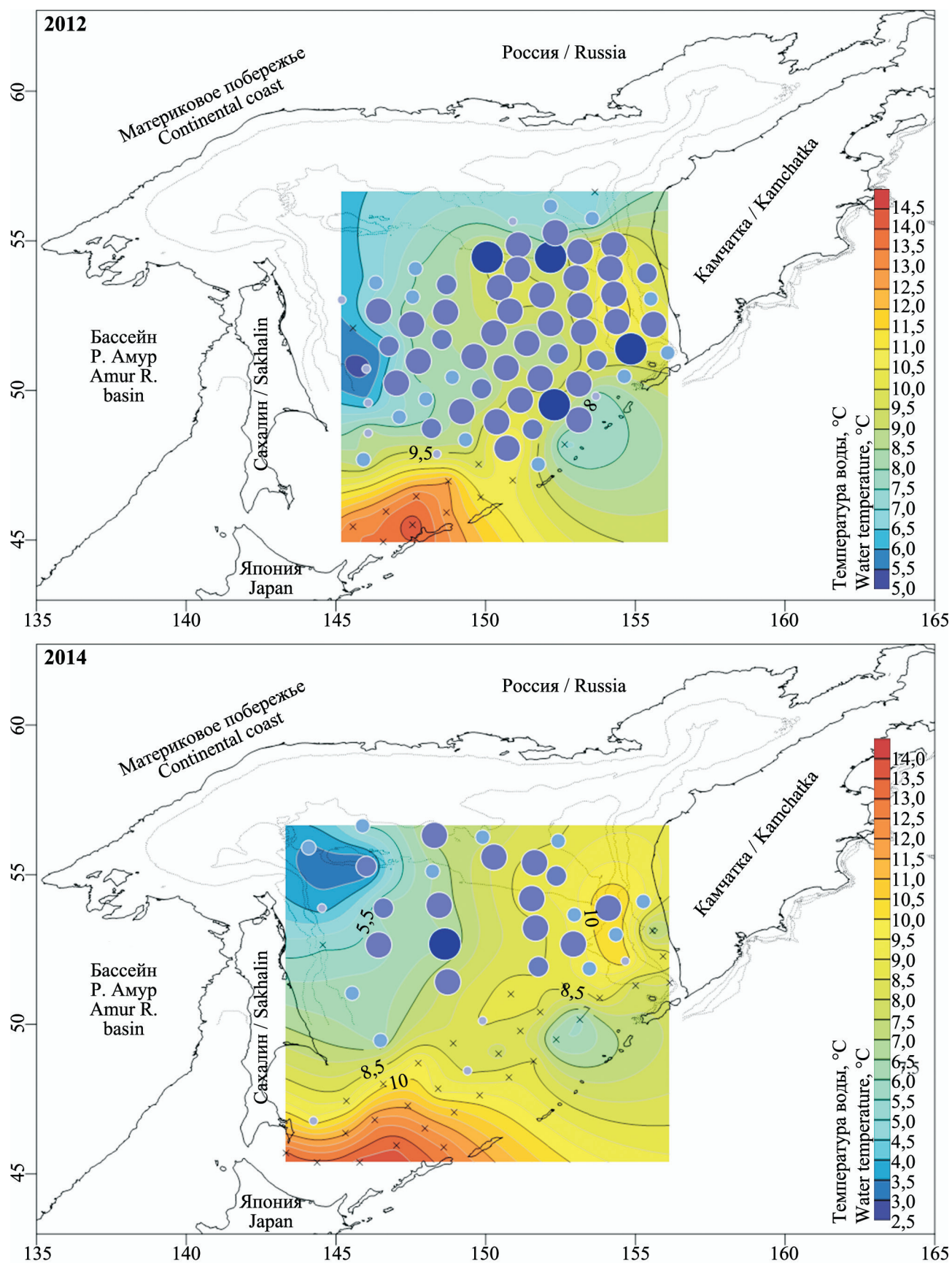


Рис. 8. Распределение уловов молоди кеты (экз. / 1 ч траления) и температуры поверхности воды (°C) по данным траловых учетных съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря в осенний период 2012 и 2014 гг. (съемки четных лет)
 Fig. 8. The distribution of the catches of juvenile chum salmon (number of fish / 1 hour of trawling) and surface water temperature (°C) on the data of autumn trawl surveys by TINRO-Center in the basin of the Sea of Okhotsk in 2012 and 2014 (surveys in the even years)

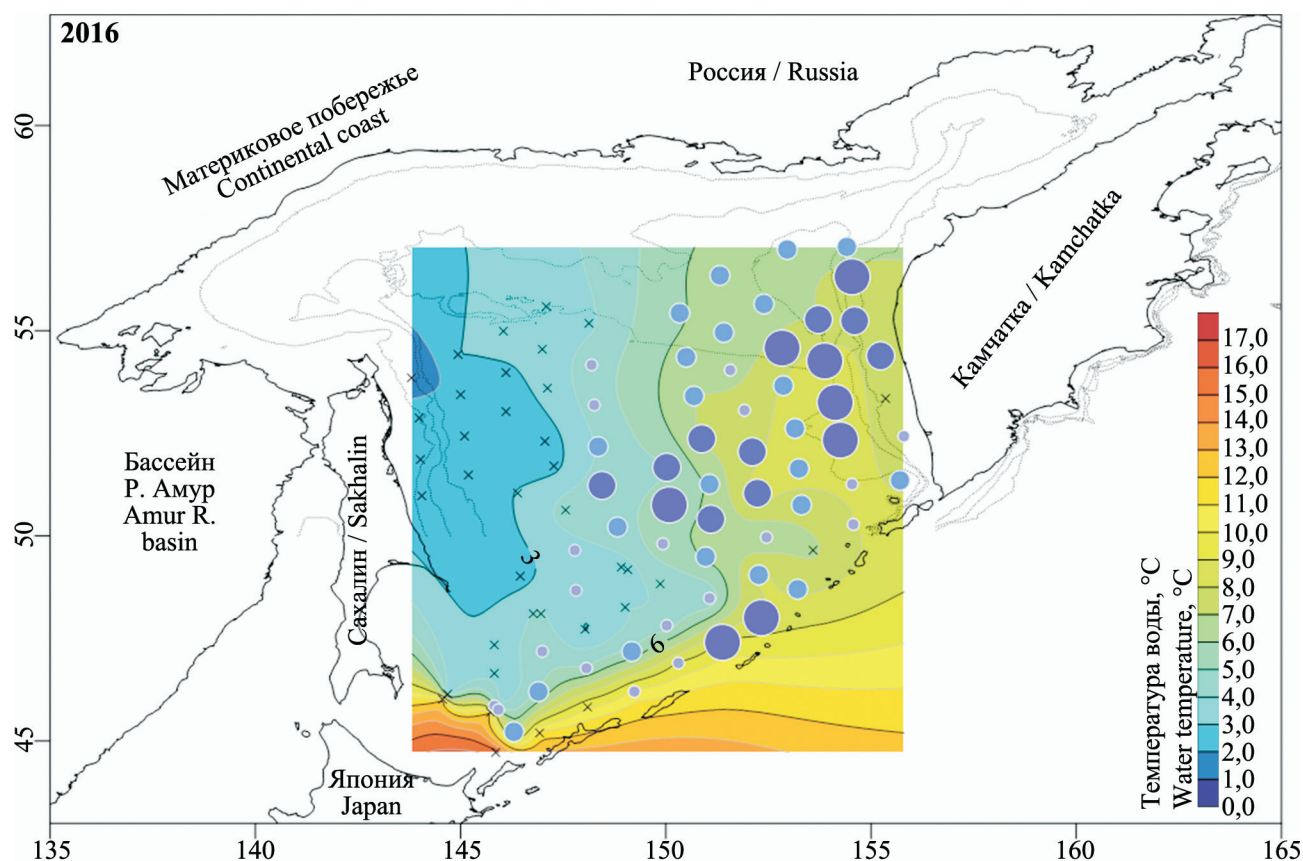


Рис. 9. Распределение уловов молоди кеты (экз. / 1 ч траления) и температуры поверхности воды (°C) по данным траловых учетных съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря в осенний период 2016 г. (съемки четных лет)

Fig. 9. The distribution of the catches of juvenile chum salmon (number of fish / 1 hour of trawling) and surface water temperature (°C) on the data of autumn trawl surveys by TINRO-Center in the basin of the Sea of Okhotsk in 2016 (surveys in the even years)

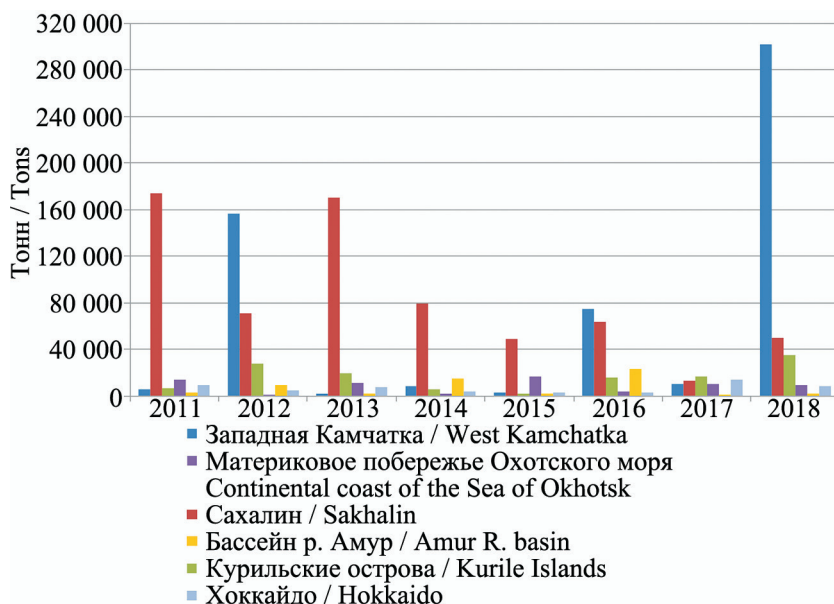


Рис. 10. Динамика региональных уловов горбуши Охотоморского бассейна Дальнего Востока России и Японии в 2011–2018 гг.

Fig. 10. The dynamics of the regional catches of pink salmon in the Russian Far East and Japan basin of the Sea of Okhotsk in 2011–2018

У молоди кеты среднегоголетняя численность составила 375 млн экз. Максимум численности зафиксирован в 2012 г. (553 млн экз.), а минимум, как и у горбуши, в 2016 г. (164 млн экз.).

По-видимому, для обоих видов в межгодовой изменчивости относительной численности свою роль сыграли колебания уровня запасов региональных комплексов стад как естественного, так

и искусственного происхождения. У горбуши это, в первую очередь, значительно возросшая численность западнокамчатской группировки стад, а у кеты — сокращение выпусков молоди с японских ЛРЗ в рассматриваемый период.

Факторы среды, влияющие на распределение и пути осенних миграций молоди горбуши и кеты

Из факторов среды, потенциально влияющих на характер формирования скоплений молоди тихоокеанских лососей в морской период жизни, следует упомянуть температуру поверхностного слоя воды. В осенний период величина однородного поверхностного слоя воды в бассейне Охотского моря составляет порядка 15–20 м (Лучин, Лаврентьев, 1998; Новиков, Самко, 2005; Лучин, Жигалов, 2006). Судя по результатам исследований вертикальных миграций тихоокеанских лососей, около 98% рыб нагуливается в пределах глу-

бин 0–40 м (Кузнецов, 2004; Иванов и др., 2006). При этом из них порядка 70% концентрируется в верхнем слое эпипелагиали в горизонте 0–20 м. Таким образом, представленные на картах-схемах (рис. 2–9) распределения температурных полей поверхностного слоя воды в значительной степени отражают условия среды, где концентрация молоди наиболее высока.

В данном случае мы не ставим задачи оценить воздействие температурного фактора на формирование скоплений молоди горбуши и кеты в бассейне Охотского моря. Отметим лишь, что исследователи, занимающиеся изучением тихоокеанских лососей в морских и океанских экосистемах Дальнего Востока России, ранее неоднократно указывали на отсутствие прямой взаимосвязи между распределением уловов лососей и температурой поверхности воды во время данного этапа их онтогенеза (Шунтов, Темных, 2008, 2011). Полагаем, что в условиях массовой откочевки моло-

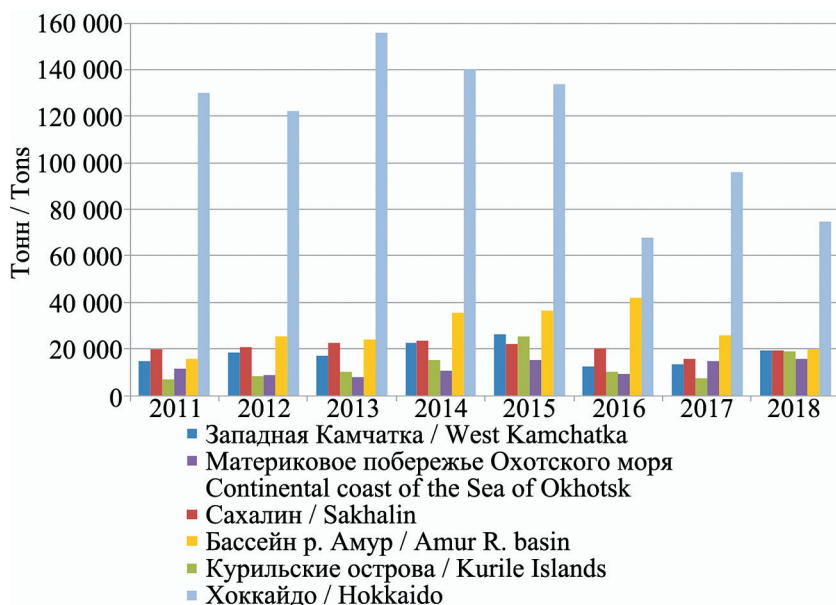


Рис. 11. Динамика региональных уловов кеты Охотоморского бассейна Дальнего Востока России и Японии в 2011–2018 гг.
Fig. 11. The dynamics of the regional catches of chum salmon in the Russian Far East and Japan basin of the Sea of Okhotsk in 2011–2018

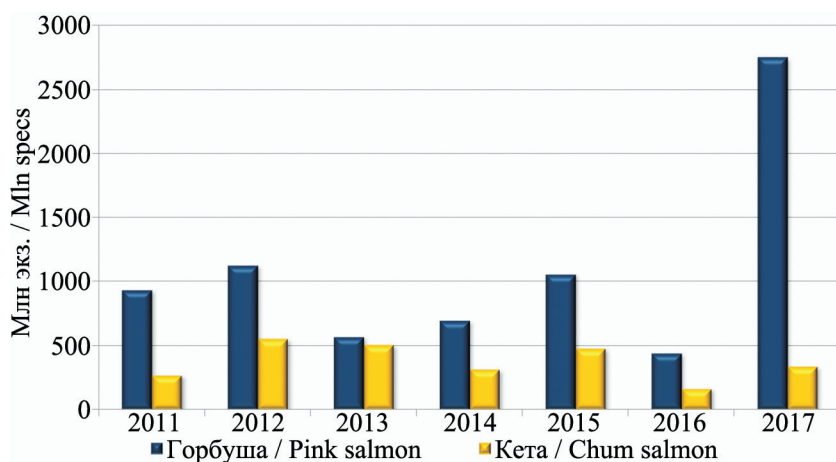


Рис. 12. Динамика общей относительной численности молоди горбуши и кеты, учтенной во время осенних траловых съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря в 2011–2017 гг.
Fig. 12. The dynamics of the total relative abundance of juvenile pink and chum salmon revealed during TINRO-Center's autumn trawl surveys in the basin of the Sea of Okhotsk in 2011–2017

ди в открытые воды Охотоморского бассейна подобная зависимость не может быть четко выраженной, поскольку фактор численности является определяющим при формировании структуры скоплений.

Однако обращаем внимание, что в течение всего периода наблюдений в северо-западной части Охотского моря в поверхностном слое воды формировалась низкоградиентная температурная зона с межгодовым уровнем колебаний 1–4 °С, а в восточной части бассейна в районе циркуляции вод Западно-Камчатского течения, наоборот, отмечалась высокоградиентная температурная зона на уровне 10 °С и выше. Во все годы наблюдений, как у молоди горбуши, так и у кеты, уловы в низкоградиентной зоне были значительно ниже, чем в высокоградиентной.

Разумеется, большое значение при формировании структуры скоплений молоди в период откочевки от побережья в открытые морские воды играет фактор географического расположения наиболее продуктивных центров воспроизводства. В данном случае понятно, что стада горбуши и кеты материкового побережья Охотского моря по уровню запасов уступают другим региональным центрам воспроизводства.

Но нельзя не отметить, что в северо-западной части полигона исследований, где ежегодно формируется относительно холодный фронт температуры поверхности воды, уловы лососей заметно ниже, чем в восточной и юго-восточной частях Охотского моря, где температура воды выше. По сути, чем глубже проникают холодные воды на восток и юго-восток Охотоморского бассейна от материкового побережья Охотского моря, тем сильнее смещаются массовые скопления рыб ближе к западному побережью Камчатки и Курильским о-вам.

При этом под влиянием ветров и притока вод через Курильские проливы формируются характерные черты системы непериодических течений Охотского моря (Лучин, Лаврентьев, 1998). Основная из них — циклоническая система течений, охватывающая почти все море (Бондаренко, Рудых, 2003). Она обусловлена преобладанием циклонической циркуляции атмосферы над морем и прилегающей частью Тихого океана. Кроме того, в бассейне Охотского моря прослеживаются устойчивые антициклонические круговороты: к западу от южной оконечности Камчатки (приблизительно

между 50–52° с. ш. и 155–156° в. д.); над впадиной ТИНРО (55–57° с. ш. и 150–154° в. д.); в районе Южной котловины (45–47° с. ш. и 144–148° в. д.). Одновременно обширная область циклонической циркуляции вод наблюдается в центральной части моря (47–53° с. ш. и 144–154° в. д.), а циклонический круговорот — к востоку и северо-востоку от северной оконечности о. Сахалин (54–56° с. ш. и 143–149° в. д.).

Учитывая наличие устойчивых тенденций динамики вод в Охотском море, ранее уже высказывались предположения о ее влиянии на циклический характер бассейновых миграций молоди тихоокеанских лососей в осенний период (Чистякова, Бугаев, 2013, 2016). В основном это отражалось на миграциях рыб южных комплексов стад горбуши и кеты (Сахалин, Южные Курильские о-ва, Хоккайдо и Хонсю), часть которых смещалась в северо- и северо-восточном направлении к побережью Западной Камчатки до 54–57° с. ш. с последующим циклическим завершением миграций в юго-западном и южном направлении в сторону Южных Курильских о-вов. Подобная схема миграций молоди тихоокеанских лососей в бассейне Охотского моря была отмечена и другими исследователями (Ерохин, 2002; Варнавская, 2006).

Распределение и миграции молоди заводских стад горбуши и кеты в осенний период

Подробно накопленные данные по региональному составу и фактической встречаемости маркированной молоди горбуши и кеты в период посткатадромных миграций в бассейне Охотского моря в 2011–2017 гг. представлены в таблице 2. По имеющейся информации в течение 7-летнего периода ежегодно в смешанных выборках в среднем находили около 20 экз. горбуши и 70 экз. кеты с внедренными в отолит метками. При этом общие объемы проб составляли порядка 1,0 и 1,5 тыс. рыб соответственно. Оценки средневзвешенных долей и относительной численности маркированной молоди лососей с учетом соотношения фактической встречаемости меченых рыб в пробах и объема траловых уловов приводятся в таблицах 3 и 4.

Из полученных данных следует, что в среднем в 2011–2017 гг. доля маркированной горбуши в траловых уловах составляла приблизительно 3,3% (2,2–5,2%). Относительная среднееголетняя численность меченых рыб заводских стад в траловых уловах соответствовала 0,41 млн экз. (0,09–

0,66 млн экз.). Доминировали в уловах особи российского происхождения, ежегодно составляя около 2,8%, или 0,35 млн экз. Среднеголетняя доля японской горбуши была относительно невысока — приблизительно 0,5%, или 0,06 млн экз.

У кеты доля маркированных особей по среднеголетним данным составляла 5,6% (2,6–9,3%). В перерасчете по средневзвешенной относительной численности это соответствовало 1,62 млн экз. (0,51–2,51 млн экз.). В уловах заметно преобладали особи кеты японского происхождения, составляя

около 3,7%, или 1,03 млн экз. Рыбы, маркированные на российских ЛРЗ, соответственно составляли 1,9%, или 0,59 млн экз.

В значительной степени распределение регионального состава уловов молоди горбуши и кеты зависит от объемов общего выпуска маркированных рыб с ЛРЗ Дальнего Востока России и Японии (табл. 5). В связи с этим объяснима высокая доля особей Сахалина и Курильских о-вов в уловах заводской молоди российского происхождения, поскольку именно ЛРЗ этих регионов обеспечивают

Таблица 2. Фактическая встречаемость маркированной молоди тихоокеанских лососей различного регионального происхождения во время осенних траловых съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря в 2011–2017 гг.

Table 2. In-fact frequency of Pacific salmon juvenile individuals marked in different regions during autumn trawl surveys of “TINRO-Center” in the basin of the Sea of Okhotsk in 2011–2017

Вид / Species	Год / Year	Период работ Working period	Кол-во тралений, шт. Number of trawlings		Объем выборки, экз. Sample size, specs		Региональное происхождение меток Mark's origin region						
			Общее Total	С метками Marked	Общий Total	С метками Marked	Россия / Russia				Япония / Japan		
							КО	СХ	ЮЗОП	СОП	ЗК	ХК	ХН
Горбуша Pink salmon	2011	21.09–02.11	121	13	730	30	21	9					
	2012	05.10–05.11	79	10	894	17	10	4				3	
	2013	12.10–08.11	68	12	800	20	9	8		1		2	
	2014	04.10–31.10	62	11	1000	15	9	4				2	
	2015	27.09–27.10	24	8	750	15		8		4		3	
	2016	08.10–18.11	95	8	600	15		11		1		3	
	2017	11.10–15.11	81	33	2150	45		23		9		13	
Кета Chum salmon	2011	21.09–02.11	121	27	857	42	2	7		3		26	4
	2012	05.10–05.11	79	51	2370	213	15	24		1	4	140	29
	2013	12.10–08.11	68	11	800	22	1	5			1	15	
	2014	04.10–31.10	62	13	1960	61	8	7		1		42	3
	2015	27.09–27.10	75	14	1073	44	2	14	4			22	2
	2016	08.10–18.11	95	25	1160	50		22	2	2	3	20	1
	2017	11.10–15.11	81	23	1650	77		26	1	6	1	40	3

Примечание. Россия: КО — Курильские о-ва, СХ — Сахалин, ЮЗОП — юго-западное материковое побережье Охотского моря, СОП — северное материковое побережье Охотского моря, ЗК — Западная Камчатка; Япония: ХК — о. Хоккайдо, ХН — о. Хонсю

Note. Russia: КО — the Kurile Islands, СХ — Sakhalin, ЮЗОП — the south-western continental coast of the Sea of Okhotsk, СОП — the northern continental coast of the Sea of Okhotsk, ЗК — West Kamchatka; Japan: ХК — Hokkaido, ХН — Honshu

Таблица 3. Средневзвешенное долевое соотношение молоди тихоокеанских лососей заводского происхождения по данным учетных траловых съемок ФГБНУ «ТИНРО» в бассейне Охотского моря в осенний период 2011–2017 гг., %
Table 3. Weighted average ratio between hatchery juvenile Pacific salmon on the data of autumn trawl surveys of “TINRO” in the basin of the Sea of Okhotsk on 2011–2017, %

Вид Species	Год Year	Региональное происхождение меток / Regional origin of marks						Общее Total
		Россия / Russia					Япония / Japan	
		КО	СХ	ЮЗОП	СОП	ЗК		
Горбуша Pink salmon	2011	3,3	1,8	—	—	—	—	5,2
	2012	2,4	0,6	—	—	—	0,3	3,3
	2013	1,5	1,4	—	—	—	0,5	3,5
	2014	1,5	0,4	—	—	—	0,3	2,2
	2015	—	2,0	—	1,0	—	0,8	3,8
	2016	—	2,1	—	0,1	—	0,7	2,9
	2017	—	1,2	—	0,3	—	1,0	2,5
Кета Chum salmon	2011	0,1	0,4	—	0,2	—	3,5	4,2
	2012	0,6	1,1	—	—	0,1	7,4	9,3
	2013	—	0,6	—	—	—	1,9	2,6
	2014	0,6	0,5	—	—	—	3,3	4,3
	2015	0,2	1,3	0,5	—	—	4,0	6,0
	2016	—	1,7	0,2	0,1	0,4	1,8	4,1
	2017	—	3,7	0,1	0,4	—	4,0	8,3

Примечание. Обозначения регионов воспроизводства — как в таблице 1.
Note. The legend for the regions is like in the Table 1.

Таблица 4. Относительная численность маркированной молоди тихоокеанских лососей по данным учетных таловых съемок ФГБНУ «ТИНРО» в бассейне Охотского моря в осенний период 2011–2017 гг., млн экз.
Table 4. Relative number of marked juvenile Pacific salmon on the data of autumn trawl surveys of “TINRO” in the basin of the Sea of Okhotsk in 2011–2017, mln specs

Вид Species	Год Year	Общая численность Total number	Численность марки- рованных рыб Marked fish number	Россия / Russia						Япония / Japan ХК+ХН
				КО	СХ	ЮЗОП	СОП	ЗК	ДВ	
Горбуша Pink salmon	2011	938,7	0,549	0,353	0,196	–	–	–	0,549	–
	2012	1127,7	0,288	0,210	0,049	–	–	–	0,259	0,029
	2013	569,2	0,610	0,267	0,251	–	0,002	–	0,520	0,090
	2014	696,0	0,318	0,220	0,051	–	–	–	0,271	0,047
	2015	1059,0	0,357	–	0,185	–	0,097	–	0,282	0,075
	2016	441,8	0,656	–	0,475	–	0,028	–	0,503	0,154
	2017	2752,0	0,090	–	0,042	–	0,011	–	0,053	0,036
Кета Chum salmon	2011	270,1	1,560	0,041	0,144	–	0,082	–	0,267	1,293
	2012	552,8	1,676	0,102	0,208	–	0,002	0,023	0,335	1,341
	2013	505,0	0,514	0,004	0,123	–	–	0,004	0,131	0,382
	2014	314,0	1,376	0,178	0,148	–	0,015	–	0,340	1,036
	2015	478,4	1,255	0,046	0,274	0,103	–	–	0,422	0,833
	2016	164,3	2,514	–	1,005	0,108	0,072	0,215	1,400	1,113
	2017	338,6	2,463	–	1,101	0,028	0,131	0,009	1,269	1,194

Таблица 5. Выпуск молоди тихоокеанских лососей с рыболовных заводов России и Японии в 2011–2017 гг., млн экз.
Table 5. Releases of juvenile Pacific salmon from Russian and Japan salmon hatcheries in 2011–2017, mln specs

Год / Year	Страна, регион Country, Region	Вид / Species					
		Горбуша / Pink salmon			Кета / Chum salmon		
		Выпуск Release	Выпуск маркиро- ванных Marked release	% маркиро- ванных % of marked fish	Выпуск Release	Выпуск маркиро- ванных Marked release	% маркиро- ванных % of marked fish
2011	РОССИЯ / RUSSIA	338,52	175,57	51,9	550,87	300,37	54,5
	Сахалин / Sakhalin	201,33	59,38	29,5	316,69	201,05	63,5
	Курильские о-ва / Kuriles	131,06	116,19	88,7	101,63	73,40	72,2
	Западная Камчатка / WK	–	–	–	3,24	3,24	100,0
	Северное МПИОМ / NOS	6,13	–	–	15,32	5,54	36,2
	Юго-западное МПИОМ / SWOS	–	–	–	–	–	–
	Бассейн р. Амур / Amur	–	–	–	94,04	17,14	18,2
	Приморье / Primorye	–	–	–	19,95	–	–
	ЯПОНИЯ / JAPAN	147,61	25,15	17,0	1199,24	139,50	11,6
2012	Хоккайдо / Hokkaido	147,61	–	–	1051,14	–	–
	Хонсю / Honshu	–	–	–	148,10	–	–
	РОССИЯ / RUSSIA	233,26	131,92	56,6	623,30	315,83	50,7
	Сахалин / Sakhalin	137,63	52,79	38,4	336,86	224,99	66,8
	Курильские о-ва / Kuriles	89,50	79,13	88,4	142,78	80,00	56,0
	Западная Камчатка / WK	–	–	–	0,99	0,99	100,0
	Северное МПИОМ / NOS	6,13	–	–	15,32	9,85	64,3
	Юго-западное МПИОМ / SWOS	–	–	–	–	–	–
	Бассейн р. Амур / Amur	–	–	–	100,85	–	–
2013	Приморье / Primorye	–	–	–	26,50	–	–
	ЯПОНИЯ / JAPAN	137,77	25,78	18,7	1641,50	263,20	16,0
	Хоккайдо / Hokkaido	137,77	25,78	18,7	1063,93	–	–
	Хонсю / Honshu	–	–	–	577,58	–	–
	РОССИЯ / RUSSIA	342,05	218,81	64,0	649,12	333,87	51,4
	Сахалин / Sakhalin	209,21	99,60	47,6	350,13	231,72	66,2
	Курильские о-ва / Kuriles	129,37	117,04	90,5	141,16	93,22	66,0
	Западная Камчатка / WK	–	–	–	4,09	2,70	66,0
	Северное МПИОМ / NOS	2,17	2,17	100,0	15,92	5,97	37,5
2014	Юго-западное МПИОМ / SWOS	–	–	–	–	–	–
	Бассейн р. Амур / Amur	0,40	–	–	108,92	0,26	0,2
	Приморье / Primorye	0,90	–	–	28,90	–	–
	ЯПОНИЯ / JAPAN	101,62	20,90	20,6	1614,00	229,80	14,2
	Хоккайдо / Hokkaido	101,62	20,90	20,6	1009,09	–	–
	Хонсю / Honshu	–	–	–	604,91	–	–

Таблица 5. Окончание. Начало на с. 82
Table 5. The end. Beginning on page 82

Год / Year	Страна, регион Country, Region	Вид / Species					
		Горбуша / Pink salmon			Кета / Chum salmon		
		Выпуск Release	Выпуск маркиро- ванных Marked release	% маркиро- ванных % of marked fish	Выпуск Release	Выпуск маркиро- ванных Marked release	% маркиро- ванных % of marked fish
2014	<i>РОССИЯ / RUSSIA</i>	364,46	224,20	61,5	651,34	374,00	57,4
	Сахалин / Sakhalin	227,19	97,30	42,8	347,44	258,60	74,4
	Курильские о-ва / Kuriles	127,32	118,00	92,7	153,52	104,70	68,2
	Западная Камчатка / WK	—	—	—	3,25	2,90	89,2
	Северное МПИОМ / NOS	9,95	8,90	89,4	14,13	7,30	51,7
	Юго-западное МПИОМ / SWOS	—	—	—	—	—	—
	Бассейн р. Амур / Amur	—	—	—	97,48	0,50	0,5
	Приморье / Primorye	—	—	—	35,52	—	—
	<i>ЯПОНИЯ / JAPAN</i>	122,90	30,90	25,1	1768,00	240,90	13,6
	Хоккайдо / Hokkaido	122,90	30,90	25,1	1079,20	—	—
2015	Хонсю / Honshu	—	—	—	688,80	—	—
	<i>РОССИЯ / RUSSIA</i>	296,85	167,90	—	685,08	341,67	49,9
	Сахалин / Sakhalin	190,00	134,70	70,9	333,33	249,70	74,9
	Курильские о-ва / Kuriles	84,40	26,70	31,6	208,05	78,30	37,6
	Западная Камчатка / WK	—	—	—	1,79	1,79	100,0
	Северное МПИОМ / NOS	9,95	1,80	18,1	19,13	6,20	32,4
	Юго-западное МПИОМ / SWOS	4,70	4,70	100,0	5,68	5,68	100,0
	Бассейн р. Амур / Amur	—	—	—	81,62	—	—
	Приморье / Primorye	7,80	—	—	35,48	—	—
	<i>ЯПОНИЯ / JAPAN</i>	116,64	22,00	18,9	1748,00	242,60	13,9
2016	Хоккайдо / Hokkaido	116,64	22,00	18,9	715,30	—	0,0
	Хонсю / Honshu	—	0,00	—	1032,70	—	0,0
	<i>РОССИЯ / RUSSIA</i>	198,04	35,58	—	731,94	240,34	32,8
	Сахалин / Sakhalin	118,90	25,08	21,1	340,24	221,56	65,1
	Курильские о-ва / Kuriles	66,24	—	—	241,95	—	—
	Западная Камчатка / WK	—	—	—	1,91	1,90	99,5
	Северное МПИОМ / NOS	12,90	10,50	81,4	9,70	9,70	100,0
	Юго-западное МПИОМ / SWOS	—	—	—	11,50	7,18	62,4
	Бассейн р. Амур / Amur	—	—	—	76,60	—	—
	Приморье / Primorye	—	—	—	50,04	—	—
2017	<i>ЯПОНИЯ / JAPAN</i>	123,37	30,40	24,6	1767,00	256,10	14,5
	Хоккайдо / Hokkaido	123,37	30,40	24,6	1085,67	—	—
	Хонсю / Honshu	—	—	—	681,33	—	—
	<i>РОССИЯ / RUSSIA</i>	275,52	55,58	—	742,52	151,58	20,4
	Сахалин / Sakhalin	131,33	46,98	35,8	344,22	137,87	40,1
	Курильские о-ва / Kuriles	129,51	—	—	255,26	—	—
	Западная Камчатка / WK	—	—	—	1,81	1,81	100,0
	Северное МПИОМ / NOS	8,60	8,60	100,0	19,10	8,29	43,4
	Юго-западное МПИОМ / SWOS	—	—	—	3,61	3,61	100,0
	Бассейн р. Амур / Amur	—	—	—	80,51	—	—
2018	Приморье / Primorye	6,08	—	—	38,01	—	—
	<i>ЯПОНИЯ / JAPAN</i>	120,69	28,80	23,9	1630,00	244,00	15,0
	Хоккайдо / Hokkaido	120,69	28,80	23,9	1043,17	—	—
2019	Хонсю / Honshu	—	—	—	586,83	—	—

Note. WK – Western Kamchatka, NOS – the northern coast of the Sea of Okhotsk, SWOS – the south-west coast of the Sea of Okhotsk

большую часть маркированных рыб в траловых уловах.

Аналогичная ситуация наблюдается и с кетой с ЛРЗ Японии. Уровень ее ежегодного выпуска по среднемноголетним данным 2011–2017 гг. составлял порядка 1,1–1,8 млрд экз. (табл. 5). Поэтому даже относительно невысокая доля маркированных рыб в пределах 10–15% в количественном отношении составляет весьма заметный объем от общего вылова меченой молодежи кеты в бассейне Охотского моря.

Анализируя многолетние тенденции распределения маркированной молодежи тихоокеанских лососей с ЛРЗ России и Японии в осенний период в Охотском море, можно отметить некоторые особенности данного процесса в нечетные и четные годы проведения траловых учетных съемок. У горбуши в нечетные годы (2011–2017) заметно увеличение плотности скоплений заводских рыб, как российского, так и японского происхождения (рис. 13–16). При этом миграция горбуши Южных Курильских о-вов и Сахалина в северном и северо-восточном направлении от мест воспроизводства более выражена. Именно эти два региональных комплекса стад образуют наиболее плотные скопления заводских рыб в водах центральной части Охотского моря и акватории, прилегающей к юго-западному побережью Камчатки. При этом северная граница распространения горбуши сахалино-курильского комплекса стад достигает 55–57° с. ш. В четные годы (2012–2016) повышенная встречаемость горбуши данного происхождения выше в акватории, прилегающей к восточному берегу Сахалина.

В принципе, это соотносится с закономерностями общего распределения уловов молодежи горбуши в бассейне Охотского моря в осенний период 2011–2017 гг. Заметно, что маркированные особи горбуши наиболее часто фиксируются в уловах, где образуются наиболее плотные скопления. Причем понятно, что данные скопления формируют как естественные стада этого вида, так и заводские. Наличие факта повышенной встречаемости маркированной молодежи горбуши южной группировки стад (Сахалин и Южные Курильские о-ва) у побережья Западной Камчатки в нечетные годы указывает на то, что фактор региональной численности может быть не определяющим в общей системе распределения этого вида во время осенних миграций в Охотском море.

Как известно, численность возвратов производителей западнокамчатской горбуши выше в четные годы, то есть предполагается, что ее влияние на структуру осенних скоплений должно быть сильнее именно в нечетные годы проведения траловых съемок. Следовательно, гипотетически, проникновение горбуши Сахалина и Южных Курильских о-вов в северо-восточном направлении в эти годы априори должно быть ниже. Однако имеющаяся картина распределения заводских рыб в траловых уловах в бассейне Охотского моря в осенний период не подтверждает эту закономерность. Возможно, характер распределения как заводских, так и естественных стад горбуши в значительной степени зависит от современных перестроек морских экосистем, влияющих на формирование продуктивности вида. Об этом свидетельствуют и значительные флуктуации численности горбуши, отмеченные на Дальнем Востоке России в последнее десятилетие.

Из представленной гистограммы динамики промысловых уловов охотоморской горбуши (рис. 10) видно, что за период наблюдений доминанта численности возвратов производителей трех основных дальневосточных комплексов неоднократно менялась. Обычно высокочисленные в четные годы подходы горбуши Западной Камчатки были низки в 2014 г. У горбуши Сахалина отмечено изменение доминанты численности поколений с 2015 г. На Южных Курильских о-вах уловы этого вида также не отличались четкостью межгодовой периодичности флуктуаций численности со сменой урожайных и неурожайных поколений.

Тем не менее отметим, что уловы производителей южной группировки стад этого вида в четные годы (2012, 2014, 2016, 2018) были относительно высоки и стабильны, варьируя в среднем на уровне порядка 90 тыс. т. Схожий уровень уловов для этой группировки стад отмечается и в нечетные годы (2011, 2013, 2015, 2017), составляя по среднемноголетним данным около 110 тыс. т.

Сходство среднемноголетнего распределения объемов регионального вылова производителей южноохотоморского комплекса стад в нечетные и четные годы говорит о том, что основным фактором, влияющим на распределение заводской горбуши в траловых уловах, была не численность, а общая система формирования бассейновой структуры скоплений этого вида. Причины, ее определяющие, наиболее вероятно, включают комплекс

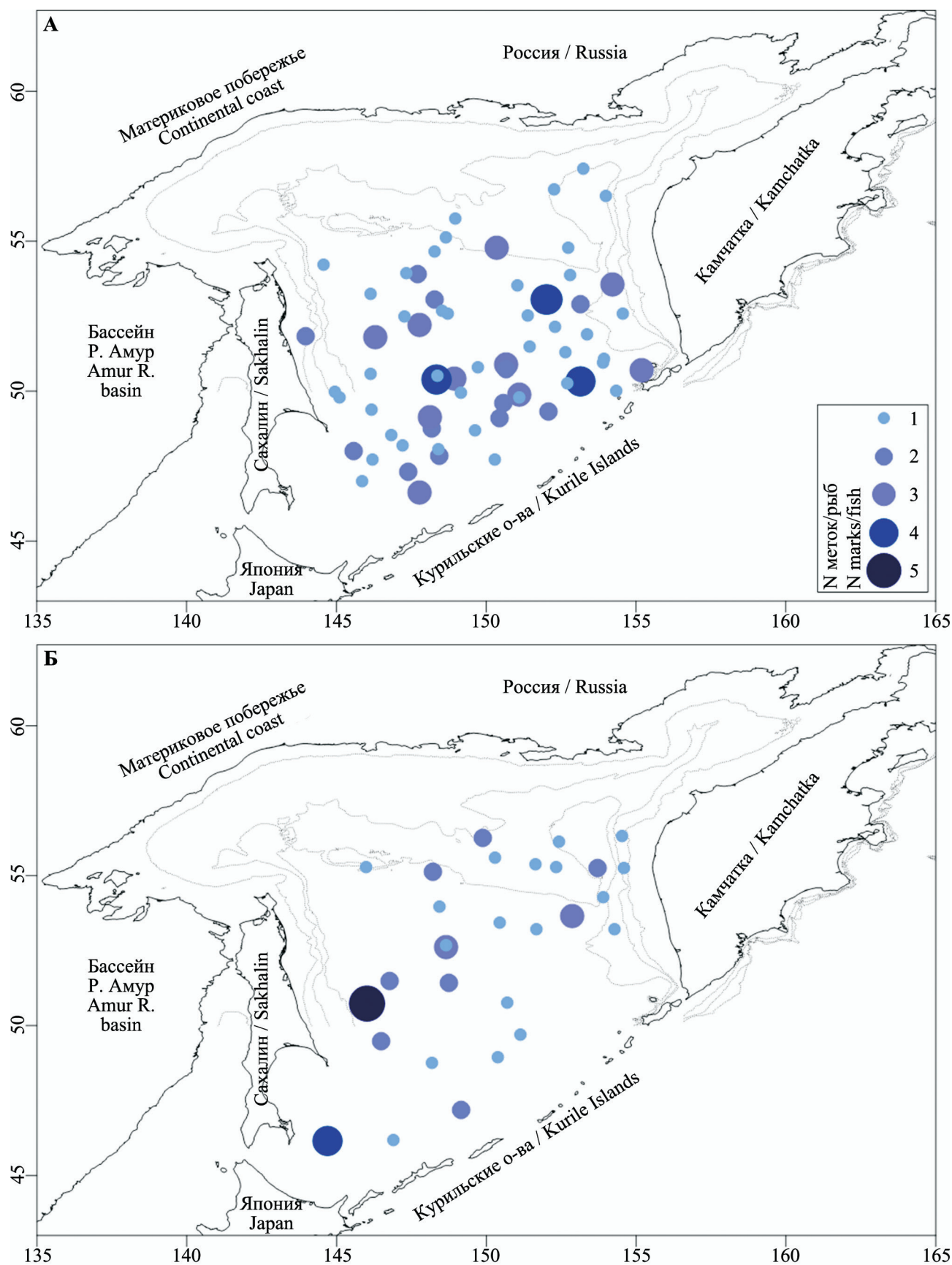


Рис. 13. Общее многолетнее распределение маркированной молодежи горбуши ЛРЗ Дальнего Востока России в период осенних миграций в бассейне Охотского моря: А — 2011–2017 гг. (поколения возвратов производителей четных лет воспроизводства), Б — 2012–2016 гг. (поколения возвратов производителей нечетных лет воспроизводства)
 Fig. 13. The total long-term distribution of marked juvenile pink salmon from SHs of Russian Far East during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk: А – 2011–2017 (generations from the spawning returns of the even years), Б – 2012–2016 (generations from the spawning returns of the odd years)

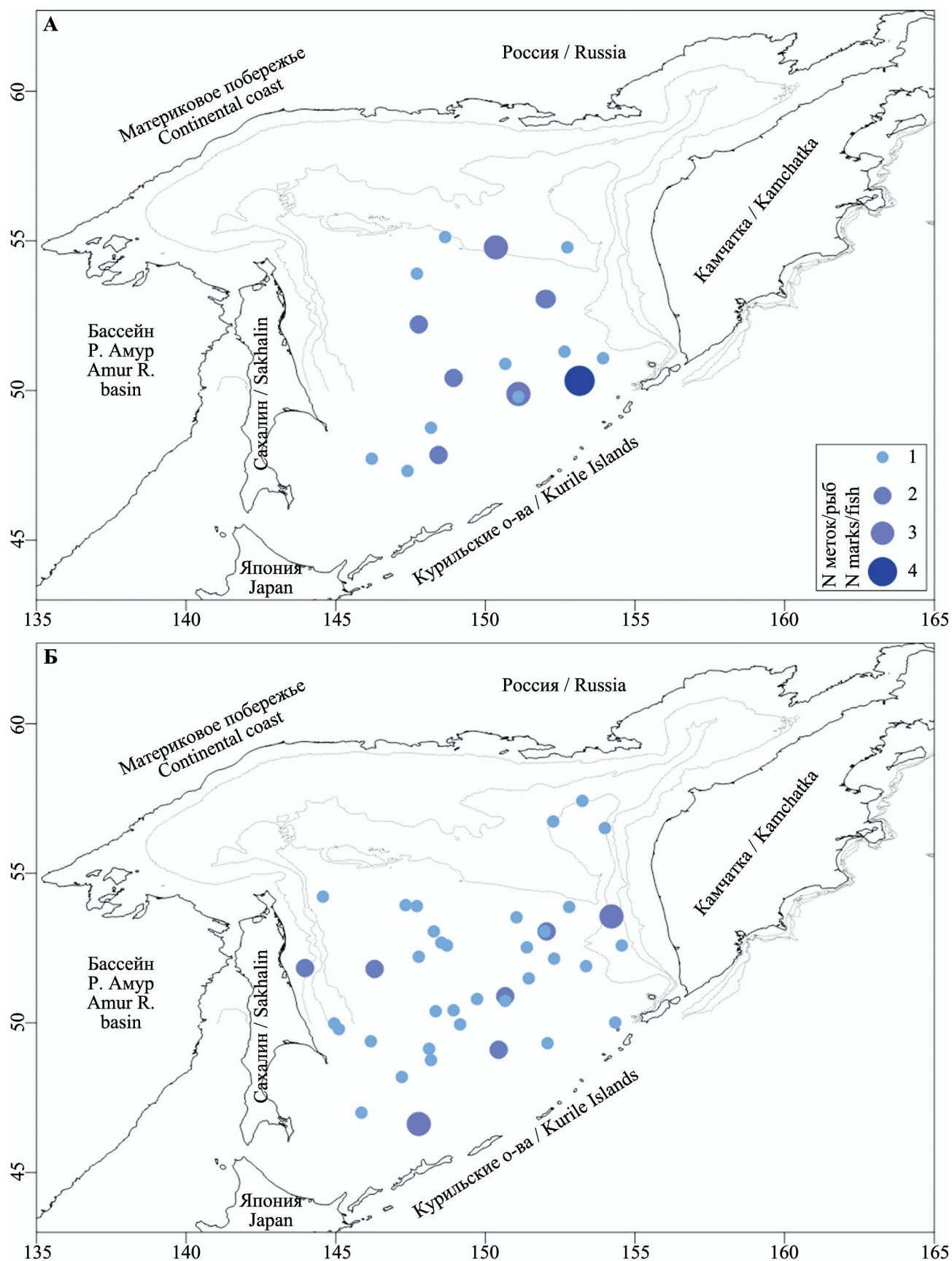


Рис. 14 (начало). Многолетнее распределение маркированной молоди горбуши ЛРЗ Дальнего Востока России от поколений возвратов производителей четных лет воспроизводства в период осенних миграций в бассейне Охотского моря в 2011–2017 гг.: А — ЛРЗ Курильских о-вов, Б — ЛРЗ Сахалина
 Fig. 14 (beginning). The long-term distribution of marked juvenile pink salmon from the SHs of Russian Far East from generations of the even years of spawning during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk in 2011–2017: А – Kurile Islands SHs, Б – Sakhalin SHs

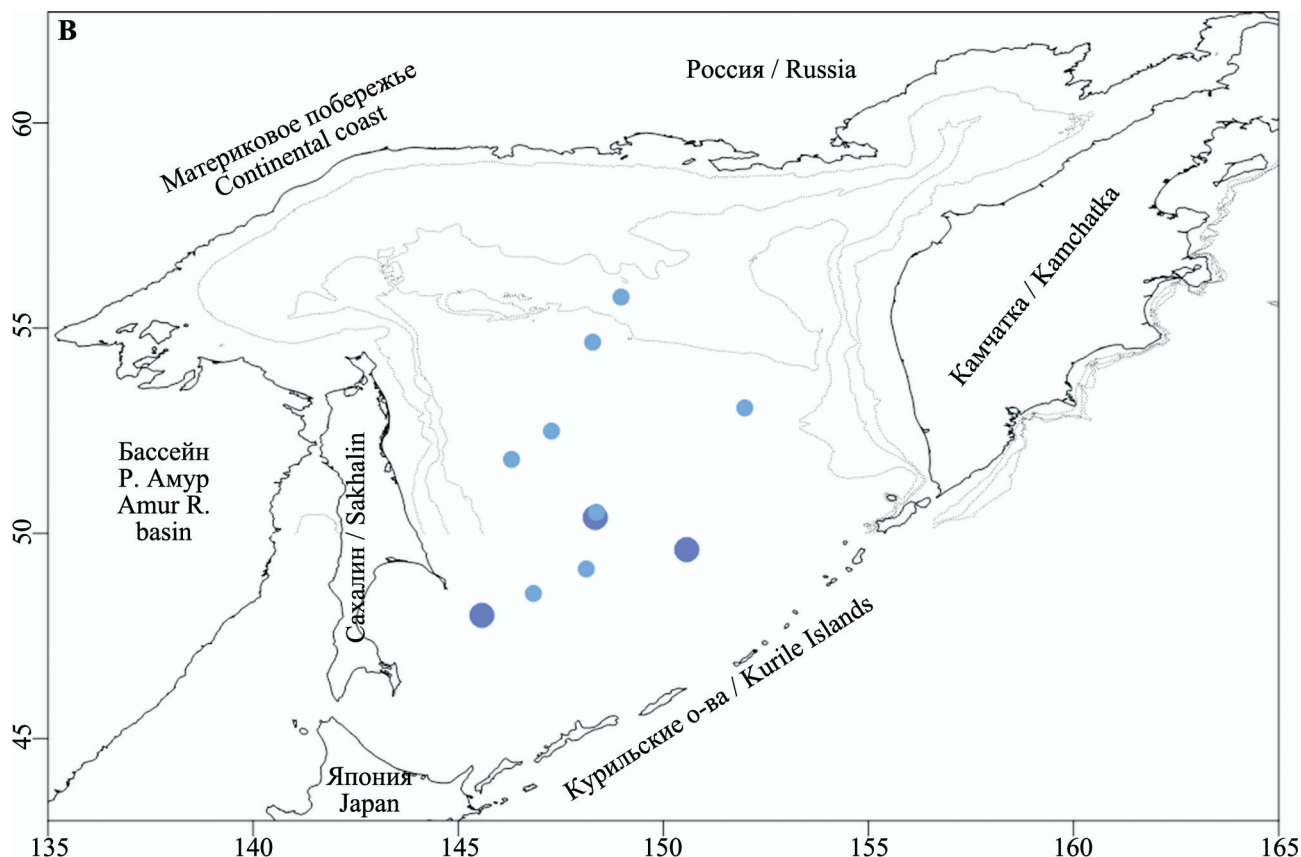


Рис. 14 (окончание). Многолетнее распределение маркированной молодежи горбуши ЛРЗ Дальнего Востока России от поколений возвратов производителей четных лет воспроизводства в период осенних миграций в бассейне Охотского моря в 2011–2017 гг.: В — ЛРЗ материкового побережья Охотского моря

Fig. 14 (the end). The long-term distribution of marked juvenile pink salmon from the SHs of Russian Far East from generations of the even years of spawning during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk in 2011–2017: B – SHs of the continental coast of the Sea of Okhotsk

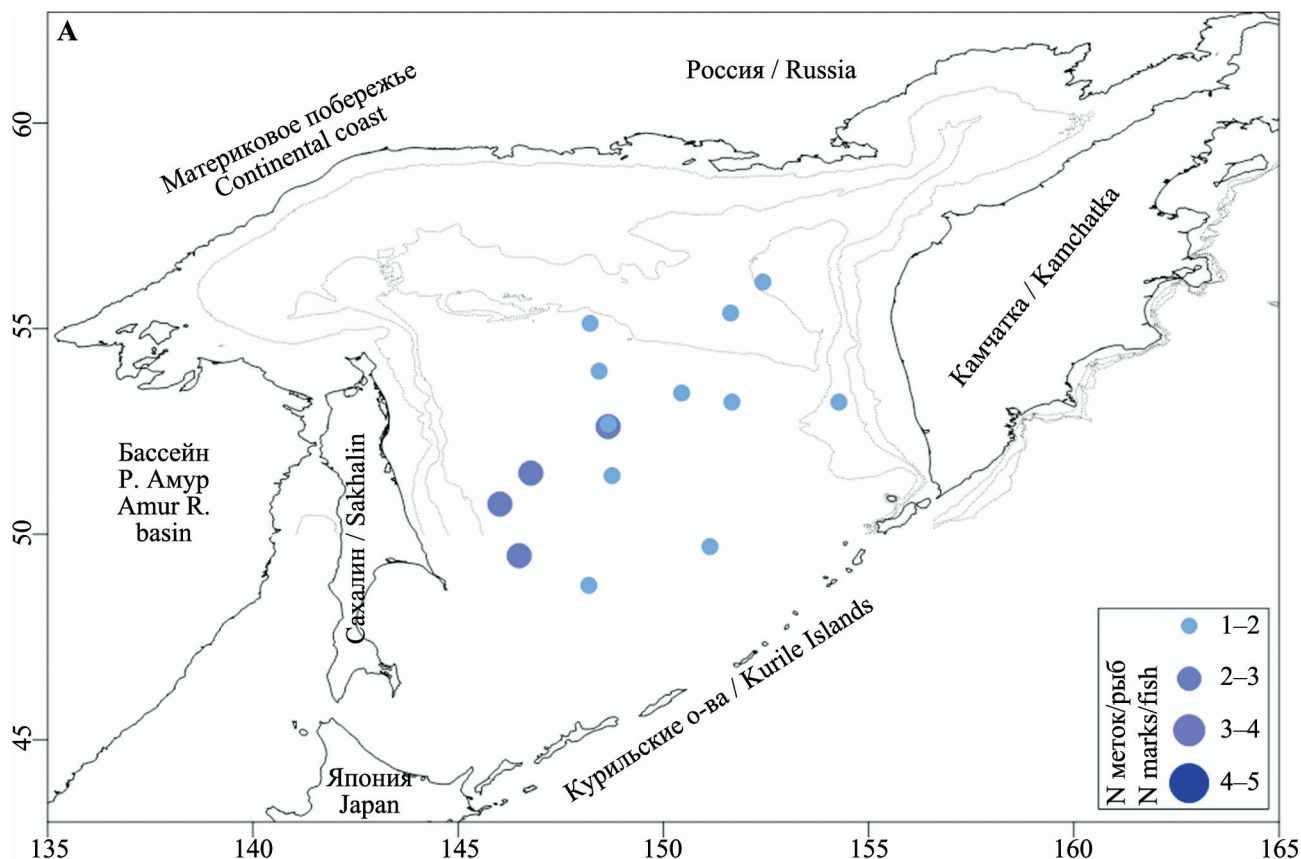


Рис. 15 (начало). Многолетнее распределение маркированной молодежи горбуши ЛРЗ Дальнего Востока России от поколений возвратов производителей нечетных лет воспроизводства в период осенних миграций в бассейне Охотского моря в 2012–2016 гг.: А — ЛРЗ Курильских о-вов

Fig. 15 (beginning). The long-term distribution of juvenile marked pink salmon from the SHs of Russian Far East from generations of the odd years of return during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk in 2012–2016: A – Kurile Islands SHs

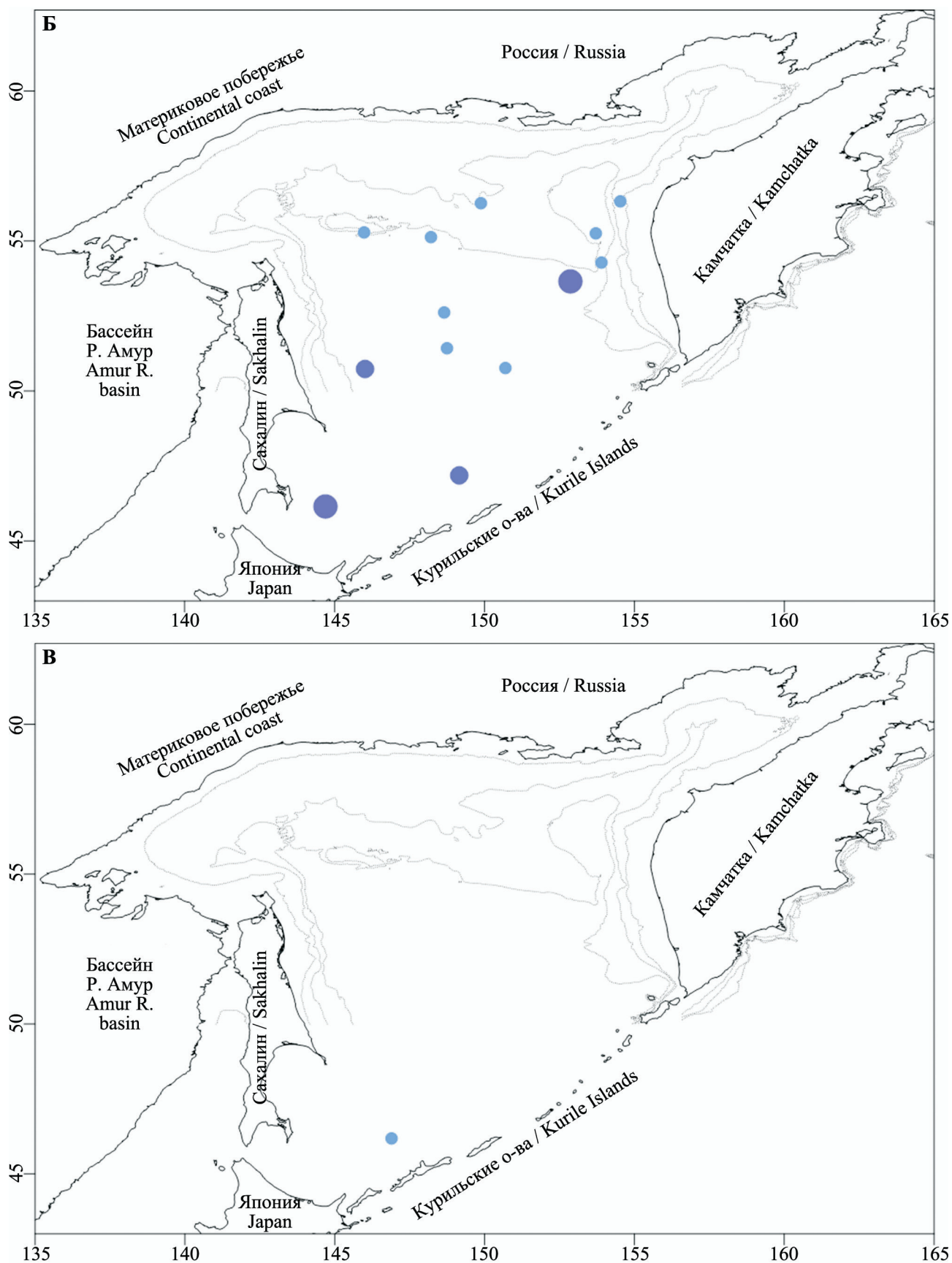


Рис. 15 (окончание). Многолетнее распределение маркированной молоди горбуши ЛРЗ Дальнего Востока России от поколений возвратов производителей нечетных лет воспроизводства в период осенних миграций в бассейне Охотского моря в 2012–2016 гг.: Б — ЛРЗ Сахалина, В — ЛРЗ материкового побережья Охотского моря
 Fig. 15 (the end). The long-term distribution of juvenile marked pink salmon from the SHs of Russian Far East from generations of the odd years of return during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk in 2012–2016: Б — Sakhalin SHs, В — SHs of the continental coast of the Sea of Okhotsk

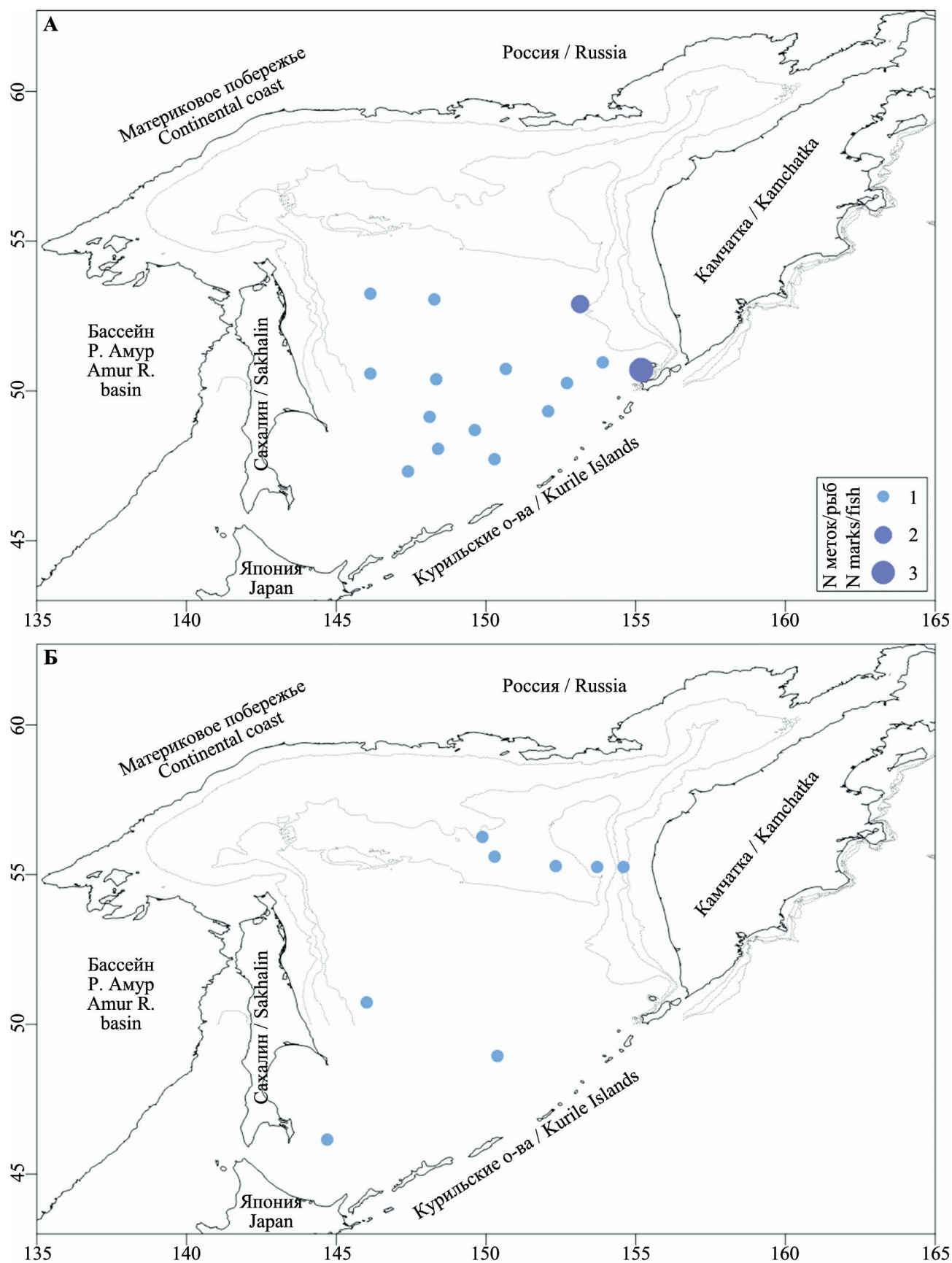


Рис. 16. Многолетнее распределение маркированной молодежи горбуши ЛРЗ Японии в период осенних миграций в бассейне Охотского моря: А — 2011–2017 гг. (поколения возвратов производителей четных лет воспроизводства), Б — 2012–2016 гг. (поколения возвратов производителей нечетных лет воспроизводства)
 Fig. 16. The long-term distribution of juvenile marked pink salmon from the SHs of Japan during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk: А – 2011–2017 (generations of the even years of returns), Б – 2012–2016 (generations of the odd years of returns)

гидролого-экологических факторов, характерных для бассейна Охотского моря. Причем это касается пространственного распределения не только рыб искусственного происхождения, но и естественного.

К сожалению, в работе не могут быть задействованы данные по горбуше Западной Камчатки, так как этот вид не является объектом заводского воспроизводства в данном регионе. Однако, учитывая высокий уровень численности этого вида при скате из рек и последующей откочевке в открытые воды Охотского моря в нечетные годы, когда продуцируется урожайное поколение возвратов четных лет, понятно, что на определенном этапе осеннего нагула западнокамчатская группировка стад также может заметно влиять на структуру скоплений охотоморской горбуши.

У молоди кеты образование скоплений заводских рыб России и Японии также напрямую зависит от общего распределения плотности уловов вида в бассейне Охотского моря (рис. 17–20). При этом, в отличие от горбуши, значительную часть запасов охотоморской кеты формируют именно рыбы искусственного воспроизводства. Поэтому закономерности распределения заводской молоди этого вида могут более объективно отражать закономерности миграций кеты из различных регионов Охотоморского бассейна в период осенней откочки.

Несмотря на продолжительный, по сравнению с горбушей, нагул кеты во время морского/океанического периода жизни, на данном этапе онтогенеза взаимодействие молоди обоих видов может максимально зависеть от динамики численности их региональных запасов. Исходя из представленных схем среднесезонного распределения уловов, можно отметить более высокую плотность скоплений молоди кеты заводского происхождения в центральной и восточной частях Охотского моря в четные годы наблюдений. В нечетные годы ее уловы заметно ниже. При этом основные скопления формируются в акватории Курильских проливов в средней и южной частях гряды.

В значительной степени высокий уровень встречаемости заводской кеты в траловых уловах определяют особи, выпущенные с ЛРЗ Японии. Из российских стад наиболее часто встречаются рыбы, воспроизводящиеся на ЛРЗ Сахалина. Поэтому можно констатировать, что, по аналогии с горбушей, кета южноохотоморской группировки

стад совершает масштабные миграции в северном и северо-восточном направлении, достигая в массе 55–57° с. ш. При этом восточная граница ее распространения достигает территориальных вод юго-западного побережья Камчатки.

Наиболее вероятно, что уровень проникновения молоди кеты из южной части Охотского моря в северо-восточную напрямую зависит от численности поколений горбуши Западной Камчатки. Об этом свидетельствует то, что в нечетные годы плотность скоплений заводской кеты заметно ниже, чем в четные годы. По сути, возможно, наблюдается процесс замещения нагульной экологической ниши одним видом в зависимости от межгодовых флуктуаций численности другого. На наш взгляд, это утверждение достаточно обоснованно, принимая во внимание, что в четные годы (2012, 2014, 2016, 2018) на Западной Камчатке ежегодно добывали в среднем порядка 135 тыс. т горбуши, а в нечетные (2013, 2015, 2017) — около 5 тыс. т (рис. 10). Причем разница в уровнях вылова остается весьма существенной даже при исключении 2018 г., когда был отмечен экстремально высокий возврат западнокамчатской горбуши более чем за 100-летний период наблюдений (2012, 2014, 2016 гг. — в среднем 71 тыс. т, 2018 г. — 301 тыс. т). Кроме того, свою роль в этой закономерности может играть и горбуша Сахалина, численность возвратов которой в рассматриваемые четные годы (2012, 2014, 2016, 2018) достигала внушительных размеров, определивших уловы на уровне 50–70 тыс. т.

В целом, проведенные исследования закономерностей распределения и миграций молоди заводских стад горбуши и кеты в Охотском море в осенний период позволяют утверждать, что циклические миграции, совершаемые этими видами из южной части бассейна на север и северо-восток с последующим смещением на запад, юго-запад и юг, являются системным и масштабным явлением. Учитывая сходство данных тенденций при анализе ежегодного характера встречаемости маркированных особей лососей в траловых уловах, понятно, что в этот процесс вовлечены не только рыбы искусственного, но и естественного происхождения. Данное предположение основано на том, что количественное и пространственное распределение заводских лососей согласуется с общей плотностной структурой уловов каждого вида на уровне межгодовой изменчивости.

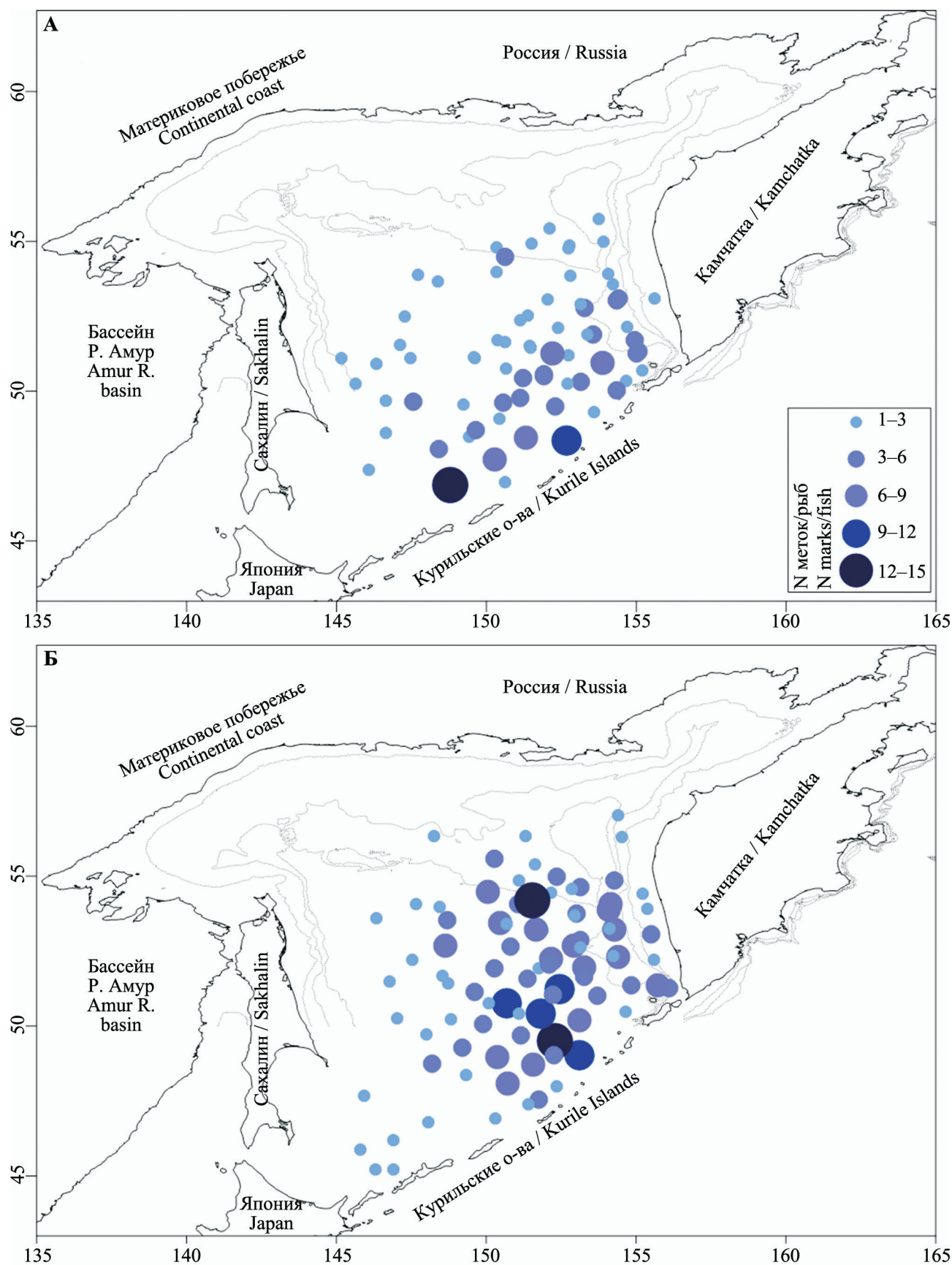


Рис. 17. Общее многолетнее распределение маркированной молодежи кеты ЛРЗ Дальнего Востока России и Японии в период осенних миграций в бассейне Охотского моря: А — 2011–2017 гг. (нечетные годы), Б — 2012–2016 гг. (четные годы)

Fig. 17. General long-term distribution of juvenile marked chum salmon from the SHs of Russian Far East and Japan during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk: А – 2011–2017 (odd years), Б – 2012–2016 (even years)

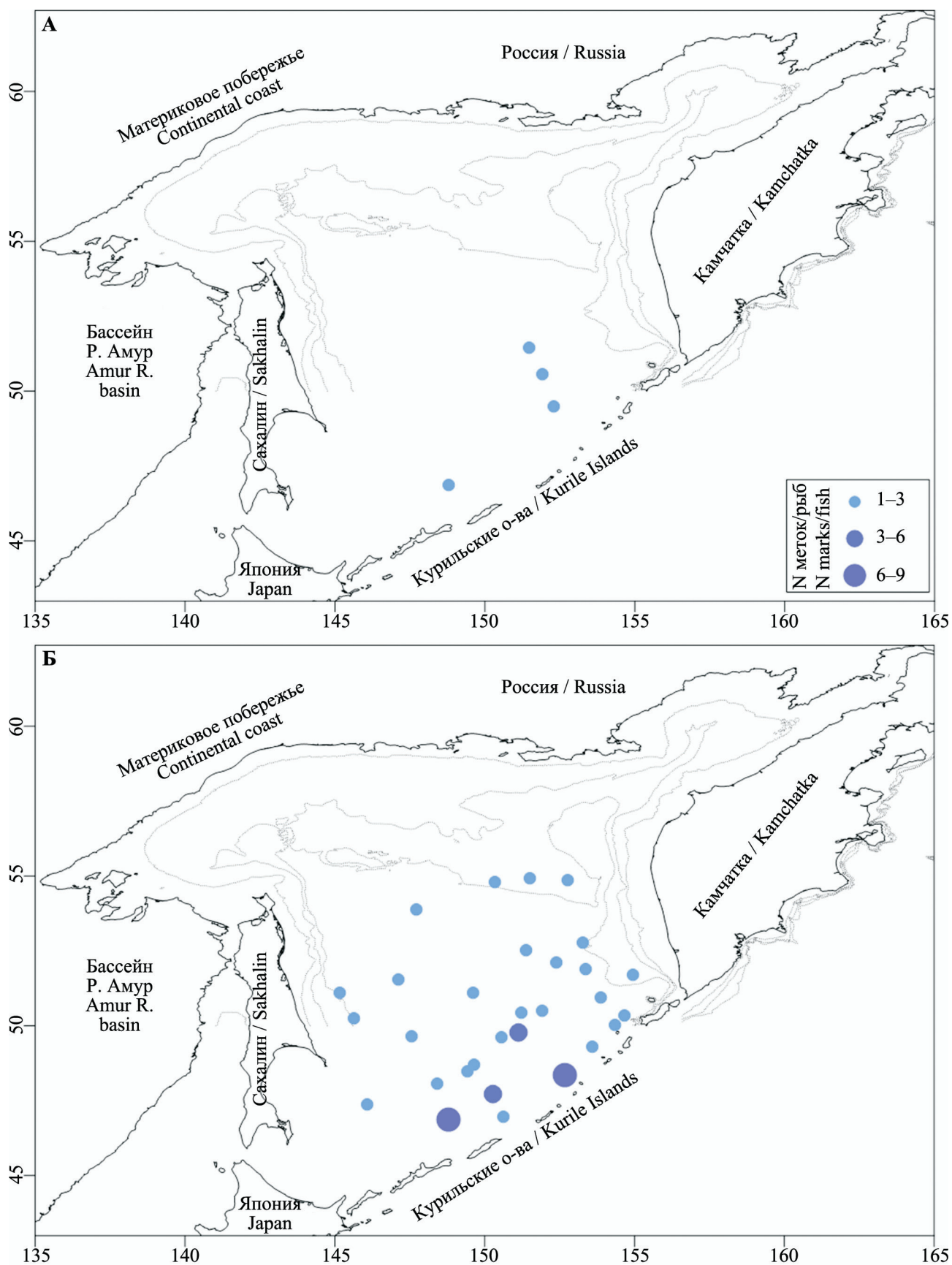


Рис. 18 (начало). Многолетнее распределение маркированной молодежи кеты ЛРЗ Дальнего Востока России в период осенних миграций в бассейне Охотского моря в 2011–2017 гг. (нечетные годы): А — ЛРЗ Курильских о-вов, Б — ЛРЗ Сахалина
 Fig. 18 (beginning). The long-term distribution of juvenile marked chum salmon from the SHs of Russian Far East during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk in 2011–2017 (odd years): А – the SHs of the Kurile Islands, Б – the SHs of Sakhalin

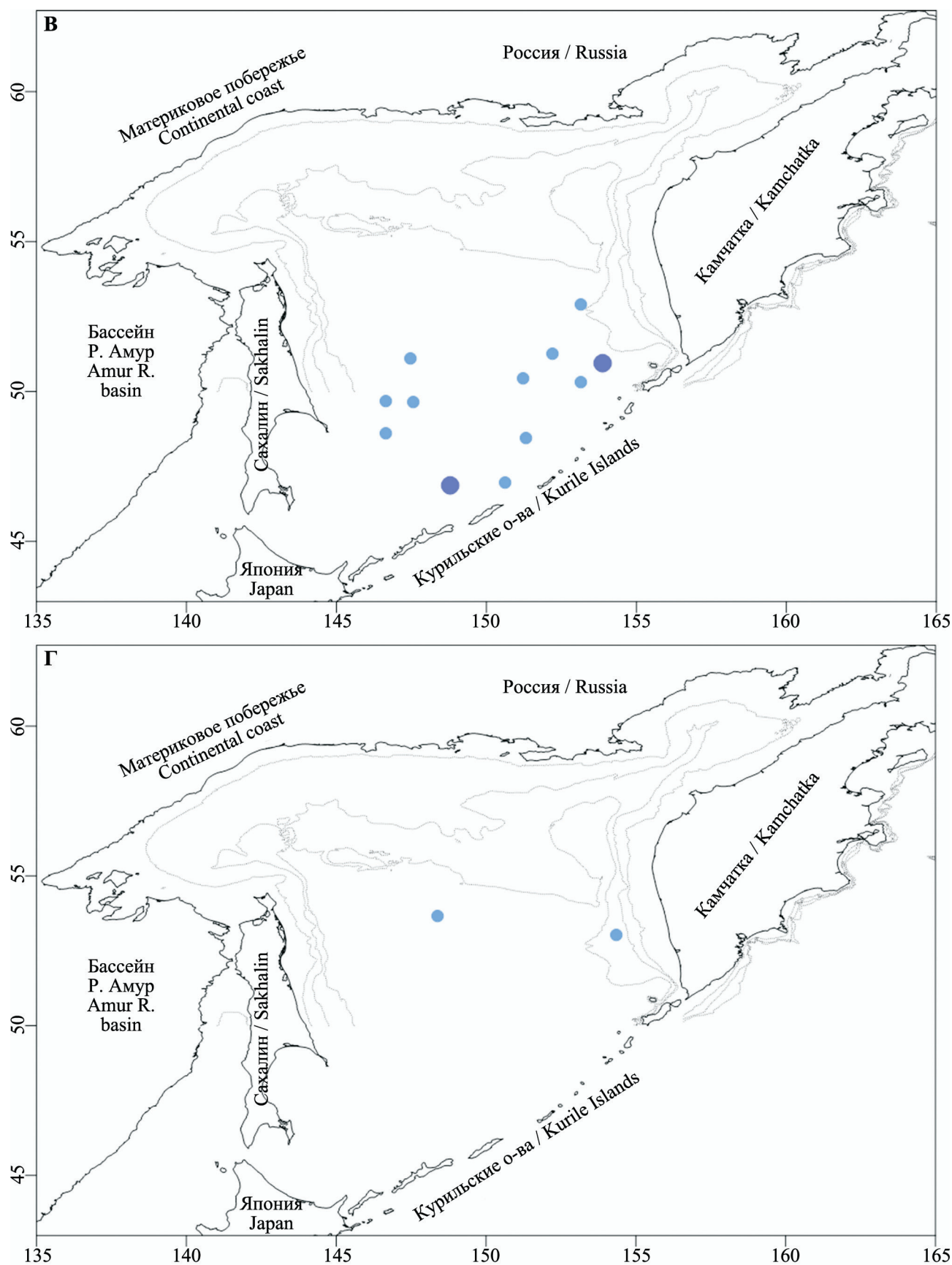


Рис. 18 (окончание). Многолетнее распределение маркированной молодежи кеты ЛРЗ Дальнего Востока России в период осенних миграций в бассейне Охотского моря в 2011–2017 гг. (нечетные годы): В — ЛРЗ материкового побережья Охотского моря, Г — ЛРЗ Западной Камчатки
 Fig. 18 (the end). The long-term distribution of juvenile marked chum salmon from the SHs of Russian Far East during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk in 2011–2017 (odd years): B – the SHs of the continental coast of the Sea of Okhotsk, G – the SHs of West Kamchatka

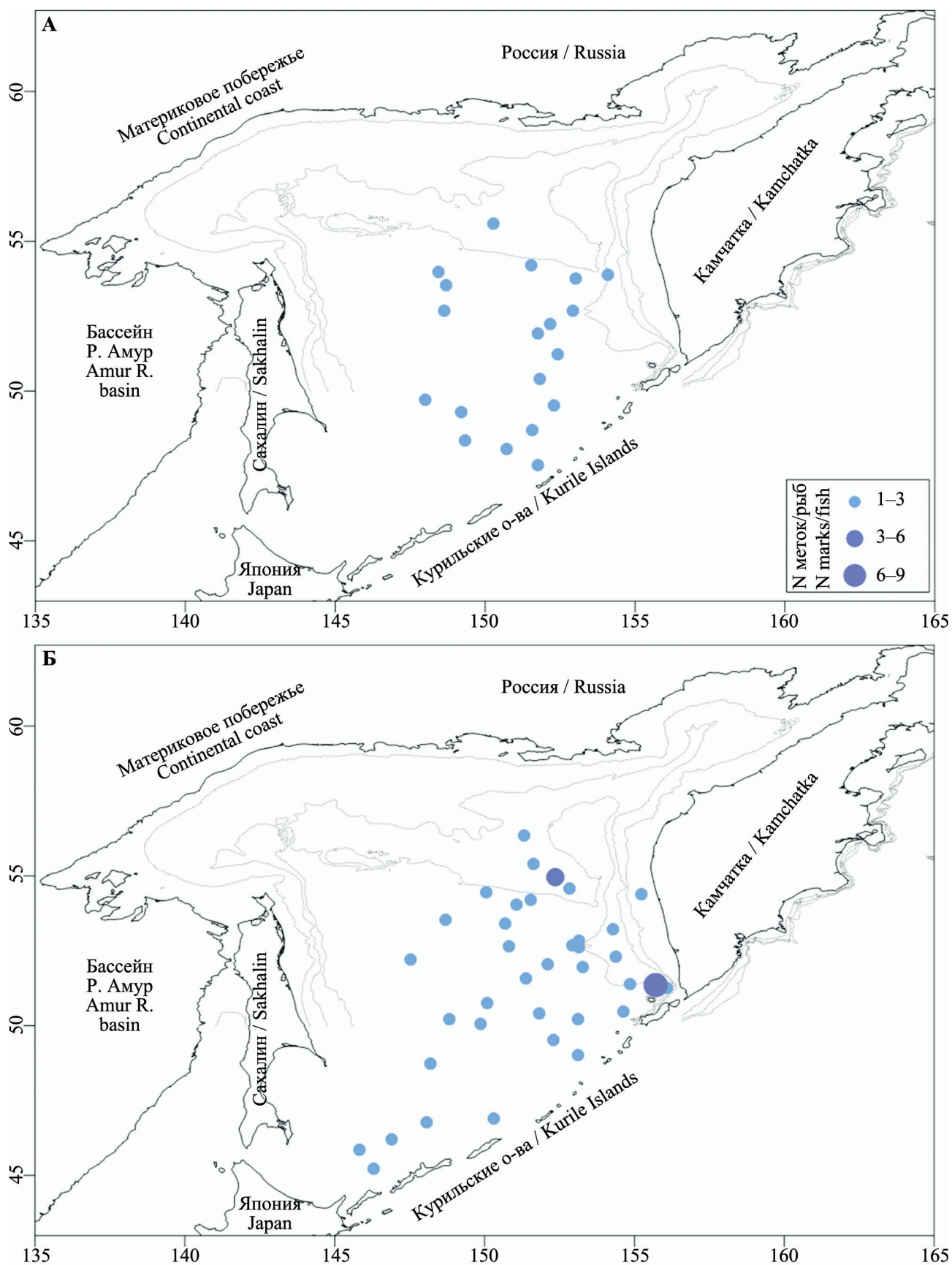


Рис. 19 (начало). Многолетнее распределение маркированной молоди кеты ЛРЗ Дальнего Востока России в период осенних миграций в бассейне Охотского моря в 2012–2016 гг. (четные годы): А — ЛРЗ Курильских о-вов, Б — ЛРЗ Сахалина
 Fig. 19 (beginning). The long-term distribution of juvenile marked chum salmon from the SHs of Russian Far East during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk in 2012–2016 (odd years): А – the SHs of the Kurile Islands, Б – the SHs of Sakhalin

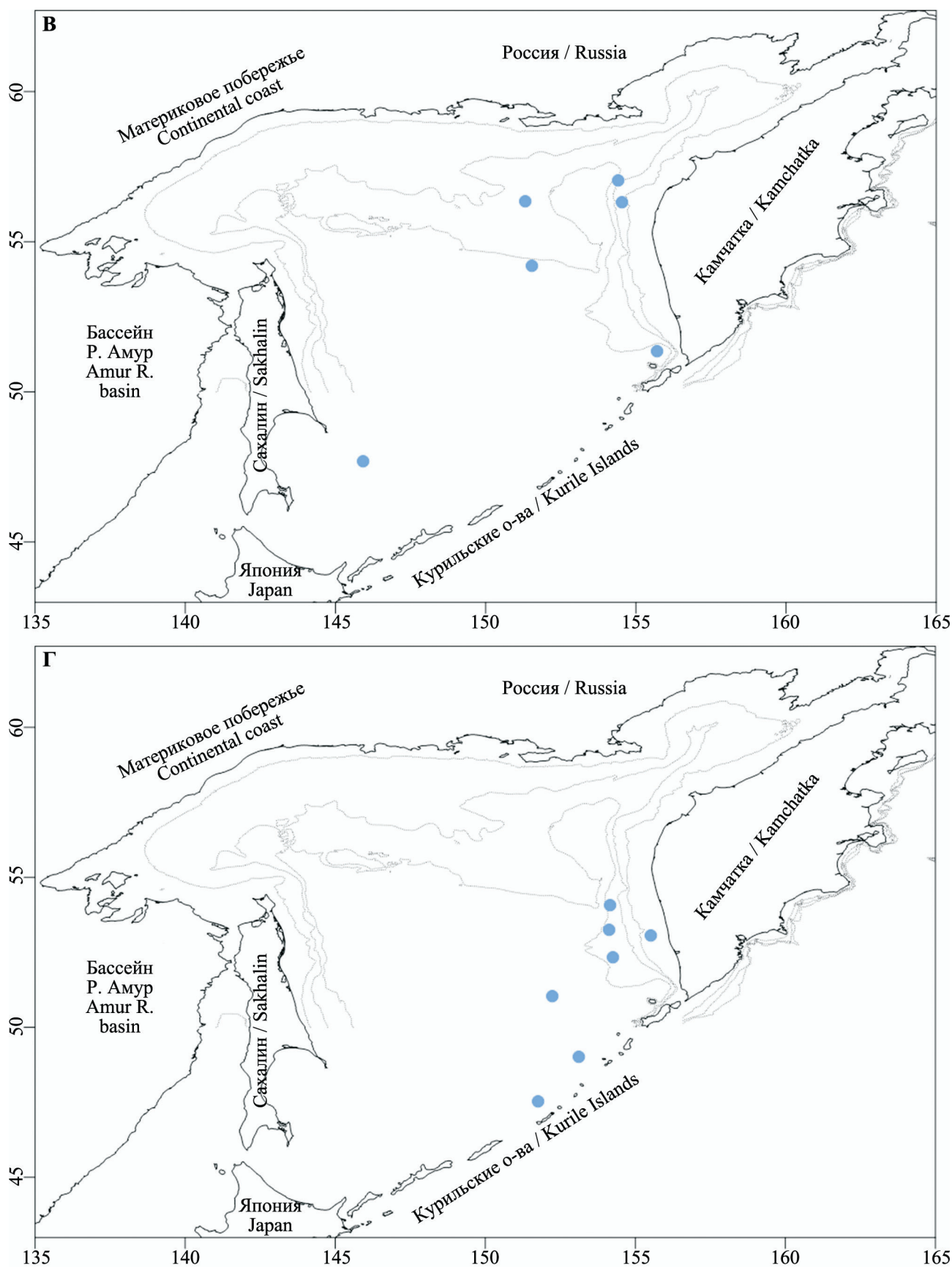


Рис. 15 (окончание). Многолетнее распределение маркированной молоди кеты ЛРЗ Дальнего Востока России в период осенних миграций в бассейне Охотского моря в 2012–2016 гг. (четные годы): В — ЛРЗ материкового побережья Охотского моря, Г — ЛРЗ Западной Камчатки
 Fig. 15 (the end). The long-term distribution of juvenile marked chum salmon from the SHs of Russian Far East during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk in 2012–2016 (odd years): B – the SHs of the continental coast of the Sea of Okhotsk, G – the SHs of West Kamchatka

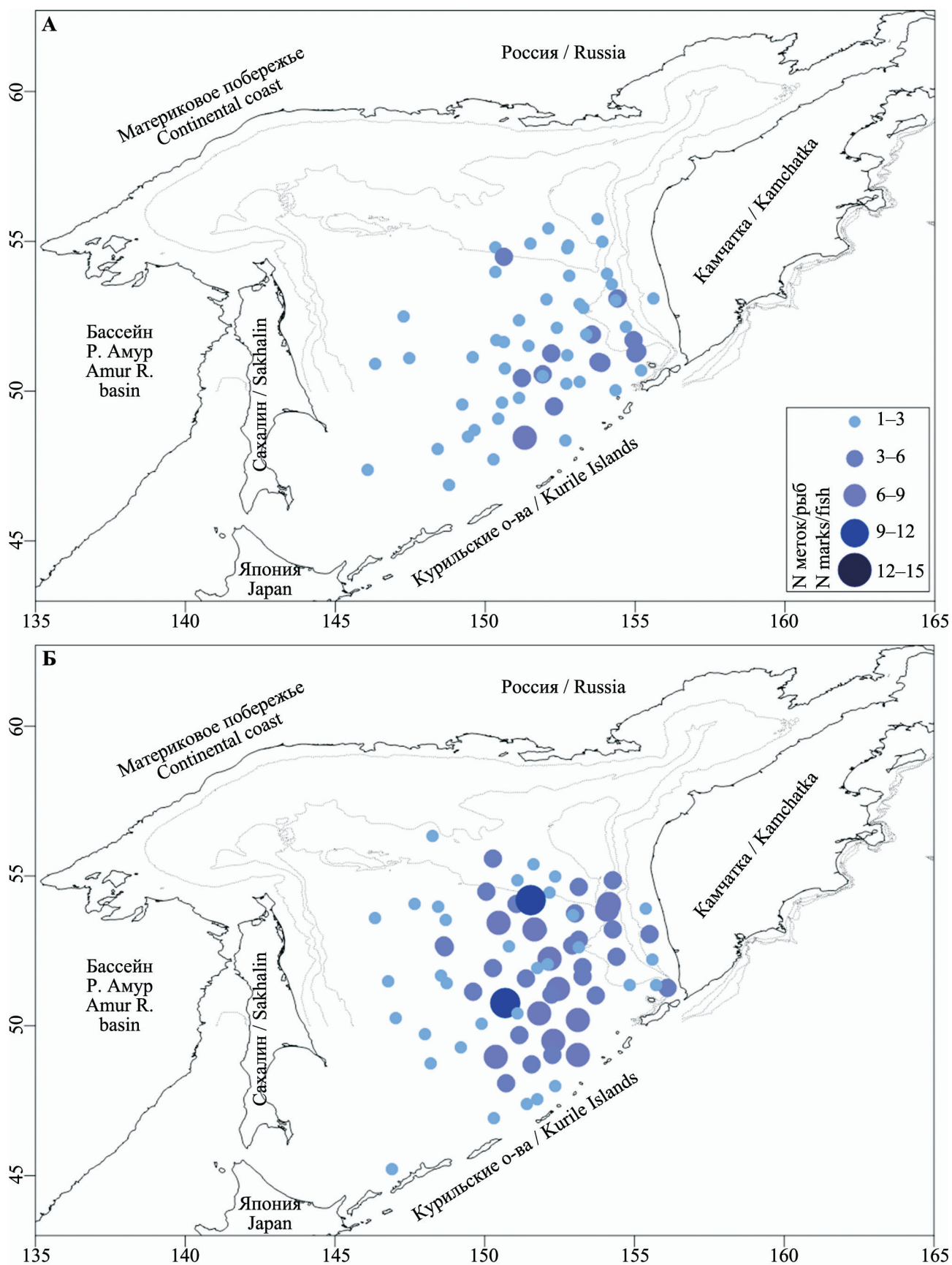


Рис. 20. Многолетнее распределение маркированной молодежи кеты ЛРЗ Японии в период осенних миграций в бассейне Охотского моря: А — 2011–2017 гг. (нечетные годы); Б — 2012–2016 гг. (четные годы)
Fig. 20. The long-term distribution of juvenile marked chum salmon from Japan SHs during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk: А – 2011–2017 (odd years); Б – 2012–2016 (even years)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований обозначены основные тенденции многолетнего пространственного распределения и относительной численности молоди горбуши и кеты заводского происхождения в бассейне Охотского моря в осенний период 2011–2017 гг.

Полученные результаты указывают на то, что циклическая миграция молоди горбуши и кеты в бассейне Охотского моря во время посткатадромных миграций имеет системный и массовый характер. В процесс вовлечены как рыбы заводского, так и естественного происхождения. Подобная схема распределения молоди характерна для периодов четных и нечетных лет.

Заводские особи горбуши и кеты южноохотоморской группировки стад (о. Сахалин, Южные Курильские о-ва, о-ва Хоккайдо и Хонсю) после ската из рек мигрируют на север и северо-восток, достигая 55–57° с. ш. и территориальных вод юго-западного побережья Камчатки. Затем молодь мигрирует обратно в юго-западном и южном направлениях, спускаясь к южным Курильским проливам для выхода в тихоокеанские воды.

Плотность скоплений заводской горбуши в нечетные годы более высока в центральной и восточной частях Охотского моря, а в четные — в западной и южной. Распределение данного вида в значительной степени зависит от формируемых продукционных показателей наиболее массовых региональных группировок заводских стад Сахалина и Южных Курильских о-вов.

Распределение молоди заводской кеты в бассейне Охотского моря в значительной степени может зависеть от флуктуаций численности урожайных и неурожайных поколений горбуши Западной Камчатки. Об этом свидетельствует плотностная структура формируемых посткатадромных скоплений этого вида в нечетные и четные годы. В первом случае (годы ската высокочисленных поколений западнокамчатской горбуши) плотность скоплений молоди кеты в восточной части Охотского моря значительно ниже, чем во втором. При этом основу формируемой численности заводских рыб составляют особи, выпускаемые с ЛРЗ Хоккайдо и Сахалина.

Однако полагаем, что накопленной информации недостаточно для оценки эффективности работы рыбоводных предприятий Дальнего Востока России и Японии, осуществляющих выпуск лососей в воды Охотоморского бассейна и прилегаю-

щих акваторий. Основной причиной этого следует считать недостаточный уровень маркирования тихоокеанских лососей на ЛРЗ обеих стран. Поэтому для развития дальнейших исследований с выходом на практическое использование получаемых результатов необходимо расширение комплекса мер по организации масштабного маркирования тихоокеанских лососей на ЛРЗ России и Японии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бондаренко А.Л., Рудых Н.И. 2003. О крупномасштабных течениях Охотского моря и их природе // Метеорология и гидрология. № 12. С. 74–79.
- Варнавская Н.В. 2006. Генетическая дифференциация популяций тихоокеанских лососей. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 488 с.
- Волвенко И.В. 2003. Морфометрические характеристики стандартных биостатистических районов для биоценологических исследований рыболовной зоны России на Дальнем Востоке // Изв. ТИНРО. Т. 132. С. 27–42.
- Ерохин В.Г. 2002. Биология молоди тихоокеанских лососей в прикамчатских водах Охотского моря. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 24 с.
- Иванов О.А., Глебов И.И., Свиридов В.В. 2006. Вертикальная структура пелагических траловых уловов тихоокеанских лососей // Изв. ТИНРО. Т. 147. С. 64–70.
- Кузнецов М.Ю. 2004. Опыт использования научного эхолота ЕК-500 для исследования распределения и количественных оценок лососей в Беринговом море в летне-осенний период // Изв. ТИНРО. Т. 139. С. 404–417.
- Лучин В.А., Жигалов И.А. 2006. Межгодовые изменения типовых распределений температуры воды в деятельном слое Охотского моря и возможность их прогноза // Изв. ТИНРО. Т. 147. С. 183–204.
- Лучин В.А., Лаврентьев В.М. 1998. Водные массы Охотского моря // Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. 9: Охотское море; вып. 1: Гидрометеорологические условия. СПб.: Гидрометеиздат. С. 166–174.
- Новиков Ю.В., Самко Е.В. 2005. Сезонная изменчивость термохалинных характеристик вод эпипелагиали южной части Охотского моря // Изв. ТИНРО. Т. 142. С. 188–195.
- Чистякова А.И., Бугаев А.В. 2016. Оценка происхождения и пути миграций заводской молоди горбуши и кеты в бассейне Охотского моря в осен-

ний период 2011–2014 гг. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 40. С. 5–23.

Чистякова А.И., Бугаев А.В. 2013. Применение результатов отолидного маркирования для определения происхождения и путей миграций заводской молоди горбуши и кеты в Охотском море в осенний период // Изв. ТИНРО. Т. 173. С. 77–102.

Шевляков Е.А., Чистякова А.И. 2017. Миграции молоди кеты в Охотском море, сравнительный анализ эффективности деятельности предприятий рыбноводного комплекса Дальнего Востока России и Японии // Изв. ТИНРО. Т. 191. С. 79–96.

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

Шунтов В.П., Темных О.С. 2011. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах. Владивосток: ТИНРО-Центр. Т. 2. 473 с.

Urawa S., Beacham T.D., Fukuwaka M., Kaeriyama M. 2018. Ocean ecology of chum salmon / Ed. R.J. Beamish. The ocean ecology of pacific salmon and trout. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. P. 161–317.

REFERENCES

Bondarenko A.L., Rudykh N.I. About large-scale currents of the Sea of Okhotsk and their nature. *Meteorologiya i gidrologiya*, 2003, no. 12, pp. 74–79. (In Russian)

Varnavskaya N.V. *Geneticheskaya differentsiatsiya populyatsiy tikhookeanskikh lososey* [Genetic Differentiation of Pacific Salmon Populations]. Petropavlovsk-Kamchatskiy: KamchatNIRO, 2006, 488 p.

Volvenko I.V. Morphometric characteristic of standard biostatistical regions for biocenological researches of Russian Fishing Zone on Far East. *Izvestiya TINRO*, 2003, vol. 132, pp. 27–42. (In Russian)

Erokhin V.G. *Biologiya molodi tikhookeanskikh lososey v prikamchatskikh vodakh Okhotskogo morey. Avtoreferat disertatsii kandidata biologicheskikh nauk* [Biology of juvenile Pacific salmon in the Kamchatka waters of the Sea of Okhotsk. Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. Petropavlovsk-Kamchatskiy: KamchatNIRO, 2002, 24 p.

Ivanov O.A., Glebov I.I., Sviridov V.V. Vertical structure of pelagic trawl catches of Pacific Salmons. *Izvestiya TINRO*, 2006, vol. 147, pp. 64–70. (In Russian)

Kuznetsov M.Y. Experience of use of the EK-500 scientific echo sounder for research of distribution and

quantitative calculation of Pacific Salmons in Bering Sea in summer–autumn period. *Izvestiya TINRO*, 2004, vol. 139, pp. 404–417. (In Russian)

Luchin V.A., Zhigalov I.A. Types of water temperature distribution in active layer of the Okhotsk Sea and possibility of its prediction. *Izvestiya TINRO*, 2006, vol. 147, pp. 183–204. (In Russian)

Luchin V.A., Lavrentiev V.M. Water masses of the Sea of Okhotsk. Hydrometeorology and hydrochemistry of the seas. Vol. 9: Sea of Okhotsk; issue. 1: Hydrometeorological conditions. SPb.: Gidrometeoizdat, 1998, pp. 166–174. (In Russian)

Novikov Y.V., Samko E.V. Seasonal variability of water thermohaline properties in epipelagic layer in the southern part of the Okhotsk Sea. *Izvestiya TINRO*, 2005, vol. 142, pp. 188–195. (In Russian)

Chistyakova A.I., Bugaev A.V. Using the results of otolith marking for determination of origin and migration routes for hatchery juvenile pink and chum salmon in the Okhotsk Sea in autumn period. *Izvestiya TINRO*, 2013, vol. 173, pp. 77–102. (In Russian)

Chistyakova A.I., Bugaev A.V. An assessment of the origin and migration routes of juvenile hatchery pink and chum salmon in the basin of the Okhotsk Sea in autumn in 2011–2014. *The researchers of the biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2016, vol. 40, pp. 5–23. (In Russian with English abstract.) doi: 10.15853/2072-8212.2016.40.5-23

Shevlyakov E.A., Chistyakova A.I. Migrations of juvenile chum salmon in the Okhotsk Sea; comparative analysis of efficiency for fish hatchery complexes in Far East of Russia and in Japan. *Izvestiya TINRO*, 2017, vol. 191, pp. 79–96. (In Russian)

Shuntov V.P., Temnykh O.S. Tikhookeanskii lososi v morskikh i okeanicheskikh ekosistemakh [Pacific salmon in the sea and ocean ecosystems]. Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2008, vol. 1. 481 p.

Shuntov V.P., Temnykh O.S. Tikhookeanskii lososi v morskikh i okeanicheskikh ekosistemakh [Pacific salmon in the sea and ocean ecosystems]. Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2011, vol. 2. 473 p.

Urawa S., Beacham T.D., Fukuwaka M., Kaeriyama M. Ocean ecology of chum salmon. Ed. R.J. Beamish. The ocean ecology of pacific salmon and trout. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 2018, pp. 161–317.

Статья поступила в редакцию: 02.06.2019

Статья принята после рецензии: 18.06.2019