

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

УДК 597.553.2(265.51 + 265.5)

А.В. Бугаев¹, Р.А. Шапоров¹, А.В. Заволокин^{2*}¹ Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18;² Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, 690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4**ПРОИСХОЖДЕНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТАД КЕТЫ
ONCORHYNCHUS KETA В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ
И СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА В 2009 И 2010 ГГ.**

По данным учетных траловых съемок НИС «Профессор Кагановский», проводимых ТИНРО-центром на втором этапе программы международной берингоморско-алеутской лососевой съемки (BASIS-II), оценена внутривидовая структура нагульных и преднерестовых скоплений кеты в западной части Берингова моря (сентябрь-октябрь) и северо-западной части Тихого океана (июнь-июль) в 2009 и 2010 гг. Из смешанных морских скоплений биологическому анализу подвергнуто 4246 экз. кеты, из которых 2462 экз. было включено в идентификационные работы. Идентификацию внутривидового состава производили с использованием структуры чешуи. В качестве реперной базы был использован чешуйный материал от 43 локальных стад производителей кеты Азии и Северной Америки, что составило 11460 экз. Результаты внутривидовой идентификации нагульных и преднерестовых скоплений кеты показали, что в берингоморских и тихоокеанских водах Дальневосточного региона в уловах заметно доминировали стада российского происхождения. Кета японских стад по встречаемости занимала второе место, но ее доля была значительно ниже среднемноголетнего уровня. Присутствие стад североамериканского происхождения не превышало показателей статистической ошибки метода. На основе проведенных учетных и идентификационных работ были получены оценки относительной численности комплексов стад неполовозрелой и половозрелой кеты основных стран воспроизводства. В западной части Берингова моря оцененная численность комплексов стад составила: для неполовозрелых особей (2009 и 2010 гг.) — Россия — 107,81–123,32 млн экз., Япония — 3,75–5,98, США — 1,15–2,33; для половозрелых особей (2009 г.) — Россия — 6,34, Япония — 0,70, США — 0,10 млн экз. В северо-западной части Тихого океана были получены следующие оценки: для неполовозрелых особей (2009–2010 гг.) — Россия — 19,27–37,74 млн экз., Япония — 6,11–4,30, США — 0,18–0,51; для половозрелых особей (2009–2010 гг.) — Россия — 29,02–42,60, Япония — 5,56–9,31, США — 0,38–0,68 млн экз. В случае с неполовозрелой кетой из северо-западной части Тихого океана оценки по внутривидовой структуре и относительной численности дифференцированных групп следует считать предварительными из-за недостаточного объема чешуйного материала.

Ключевые слова: кета, траловые уловы, структура чешуи, идентификация стад, Берингово море.

* Бугаев Александр Викторович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, e-mail: bugaev.a.v@kamniro.ru; Шапоров Роман Александрович, научный сотрудник, e-mail: shaporev.r.a@kamniro.ru; Заволокин Александр Владимирович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, e-mail: zavalokin@tinro.ru.

Bugaev Alexander V., Ph.D., head of laboratory, e-mail: bugaev.a.v@kamniro.ru; Shaporev Roman A., researcher, e-mail: shaporev.r.a@kamniro.ru; Zavalokin Alexander V., Ph.D., head of laboratory, e-mail: zavalokin@tinro.ru.

Bugaev A.V., Shaporev R.A., Zavolokin A.V. Origin and distribution of chum salmon *Oncorhynchus keta* stocks in the western Bering Sea and North-West Pacific in 2009 and 2010 // *Izv. TINRO.* — 2014. — Vol. 179. — P. 177–203.

Intraspecific structure of feeding and prespawning aggregations of chum salmon in the western Bering Sea in September–October of 2009 and 2010 and in the North-West Pacific in June–July of 2009 and 2010 is investigated on the data of trawl surveys conducted by Pacific Fish. Res. Center (TINRO) aboard RV Professor Kaganovsky in the framework of the Bering-Aleutian Salmon International Survey, second stage (BASIS-II). In total, 4246 specimens of chum salmon from mixed aggregations were subjected to biological analysis, and for 2462 of them the intraspecific status was identified on the base of scale structure (the scale baseline included the scale data for 11460 chum individuals belonged to 43 local stocks from Asia and North America). Both for the Bering Sea and Pacific Ocean, domination of Russian stocks is defined, contribution of Japanese stocks is significantly lower and lowered comparing with previous years, as 2002–2004 and 2006, and contribution of North American stocks is poor and does not exceed statistical error value of the method. For the western Bering Sea the ratio by countries of the fish origin is the following: Russia 93.8–95.3 %, Japan 2.9–5.2 %, USA 1.0–1.9 % for immature chum salmon in autumn of 2009–2010; and Russia 88.8 %, Japan 9.8 %, USA 1.4 % for maturing chum salmon in autumn of 2009. For the North-West Pacific in summer of 2009–2010, the ratio is similar: Russia 75.4–88.7 %, Japan 10.1–23.9 %, USA 0.7–1.2 % for immature chum salmon; and Russia 81.0–83.0 %, Japan 15.9–17.7 %, USA 1.1–1.3 % for maturing chum salmon. Based on this ratio, the relative abundance of stock complexes by countries of origin is assessed (10^6 ind.): Russia 107.81–123.32, Japan 3.75–5.98, USA 1.15–2.33 for immature chum salmon in the western Bering Sea in 2009 and 2010; Russia 6.34, Japan 0.70, USA 0.10 for maturing chum salmon in the western Bering Sea in 2009; Russia 19.27–37.74, Japan 6.11–4.30, USA 0.18–0.51 for immature chum salmon in the North-West Pacific in 2009 and 2010; and Russia 29.02–42.60, Japan 5.56–9.31, USA 0.38–0.68 for maturing chum salmon in the North-West Pacific in 2009 and 2010. For the immature chum salmon in the North-Western Pacific, the assessments of intraspecific composition and relative abundance of different groups should be considered as preliminary results, because of insufficient number of the scale samples.

Key words: chum salmon, trawl catch, scale structure, stock identification, Bering Sea.

Введение

Предлагаемая работа является частью комплексной международной исследовательской программы по изучению тихоокеанских лососей в берингоморско-алеутском регионе (Bering-Aleutian Salmon International Survey, BASIS), которая была начата в 2002 г. Наиболее активными участниками данных исследований являются Россия, США, Япония и Канада. В настоящее время завершается второй этап системного изучения биологии лососей, нагуливающих в акватории Берингова моря и прилегающих вод Тихого океана, с 2007 г. известный как программа BASIS-II.

Непосредственный объект исследований — кета *Oncorhynchus keta*. В рамках данной работы нет необходимости много говорить о рыбохозяйственной значимости этого вида лососей в тихоокеанском бассейне. Отметим лишь, что ежегодный вылов кеты только в азиатской части ареала достигает 200–300 тыс. т (Irvine et al., 2009). По уровню численности кета в регионе уступает только горбуше, что, соответственно, делает ее весьма значимым объектом рыбохозяйственной деятельности на Дальнем Востоке России и в Японии.

Данные исследования относятся к разряду популяционных, поскольку здесь затрагиваются вопросы идентификации внутривидовой структуры нагульных и преднерестовых скоплений кеты в берингоморских и тихоокеанских водах исключительной экономической зоны (ИЭЗ) РФ. В рамках программных исследований BASIS уже был опубликован ряд статей отечественных и зарубежных специалистов, связанных с данной тематикой (Бугаев и др., 2006, 2007, 2009; Bugaev et al., 2009; Sato et al., 2009; Urawa et al., 2009). Эти публикации позволили значительно расширить наши представления о миграциях азиатской и американской кеты в берингоморско-алеутском бассейне.

В настоящей работе мы продолжаем наши исследования по определению внутривидовой структуры нагульных и преднерестовых скоплений кеты в ИЭЗ РФ. Основной ее целью является идентификация стад кеты в период летне-осеннего нагула в западной части Берингова моря и северо-западной части Тихого океана в 2009 и 2010 гг.

Материалы и методы

Материалом в качестве смешанных выборок послужили чешуйные пробы кеты, собранные сотрудниками ТИНРО-центра и КамчатНИРО из траловых уловов НИС «Профессор Кагановский» в западной части Берингова моря (сентябрь-октябрь) и северо-западной части Тихого океана (июнь-июль) в 2009 и 2010 гг. Схемы локализации станций траловых учетных биоценологических съемок ТИНРО-центра в берингоморских и тихоокеанских водах ИЭЗ РФ в 2009 и 2010 гг. представлены на рис. 1. Районирование полигонов работ, сбор и первичная обработка биологического материала производились по стандартной системе, принятой в ТИНРО-центре для биоценологических исследований тихоокеанских лососей (Волвенко, 2003; Шунтов, Темных, 2008, 2011). Общее количество рыб, использованных для биоанализов и идентификации стад, приведено в табл. 1.

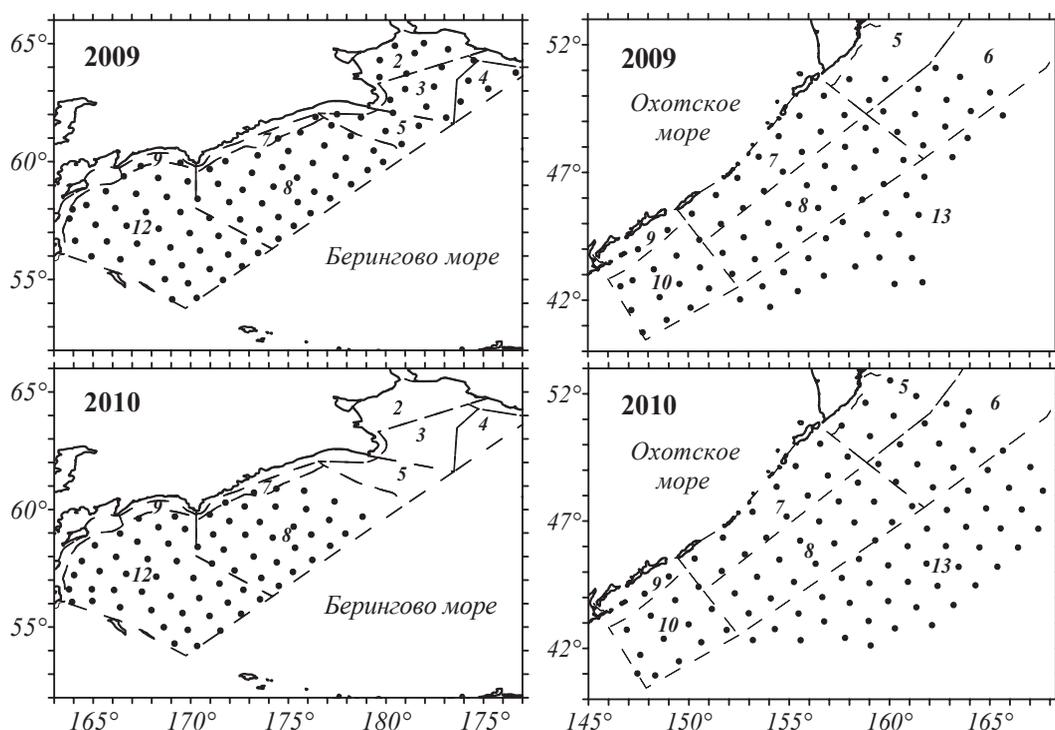


Рис. 1. Схема траловых станций и номера биостатистических районов в западной части Берингова моря и северо-западной части Тихого океана в 2009 и 2010 гг. (НИС «Профессор Кагановский»)

Fig. 1. Scheme of trawl stations and biostatistical districts in the western Bering Sea and North-West Pacific in 2009 and 2010 (RV Professor Kaganovsky)

Таблица 1

Общий объем использованного в работе биологического и чешуйного материала кеты из траловых уловов НИС «Профессор Кагановский» в 2009 и 2010 гг., экз.

Table 1

Number of chum salmon scale samples and biological analyses collected from the trawl catches obtained in the cruises of RV Professor Kaganovsky in 2009 and 2010, ind.

Регион	Год	Период работ	Биологический анализ			Идентификация		
			НПЗ	ПЗ	Всего	НПЗ	ПЗ	Всего
Западная часть Берингова моря (биостатистические районы 2–12)	2009	Сентябрь-октябрь	1465	137	1602	604	122	726
	2010	Сентябрь-октябрь	888	17	905	794	—	794
Северо-западная часть Тихого океана (биостатистические районы 5–13)	2009	Июнь-июль	262	622	884	86	467	553
	2010	Июнь-июль	475	380	855	81	308	389

Примечание. ПЗ — половозрелые особи, НПЗ — неполовозрелые особи.

Из данных табл. 1 видно, что количество рыб, которые были непосредственно включены в анализ по идентификации стад кеты, заметно меньше, чем общий объем выборок, подвергнутых биоанализу. Основной причиной этого является отбраковка недостаточно качественной чешуи. Во многих случаях во время траловых обловов чешуя облетала с тела рыб, поэтому ее брали с тех участков тел, где она подвергалась значительной деформации в процессе роста. В принципе подобная чешуя годилась для определения возраста, но для анализа ее структурных элементов этого недостаточно. Для данных работ необходима чешуя, взятая из условно называемых «предпочтительных зон» выше или ниже боковой линии в районе спинного и жирового плавников. Данная система сбора чешуи принята международной Северотихоокеанской комиссией по анадромным рыбам (NPAFC) (Davis et al., 1990).

Реперные чешуйные пробы кеты были собраны сотрудниками КамчатНИРО (г. Петропавловск-Камчатский), СахНИРО (г. Южно-Сахалинск), ХфТИНРО-центра (г. Хабаровск), ЧфТИНРО-центра (г. Анадырь), Севвострыбвода (г. Петропавловск-Камчатский), Национального лососевого ресурсного центра (г. Саппоро, Япония) и Аляскинского департамента охоты и рыболовства (г. Джуна, США) из речных и прибрежных уловов в июне-ноябре 2010 г. (рис. 2). Российская часть ареала кеты была представлена чешуйными пробами стад Камчатки, Сахалина, материкового побережья Охотского моря, Чукотки и Курильских островов. Выборки японской кеты включали реперы из рек Хоккайдо и Хонсю. Американские пробы представляли крупнейшие по численности производителей кеты нерестовые реки Аляски. Всего в работе было задействовано 43 локальных стада кеты, включающих 11460 экз. чешуйных реперов.

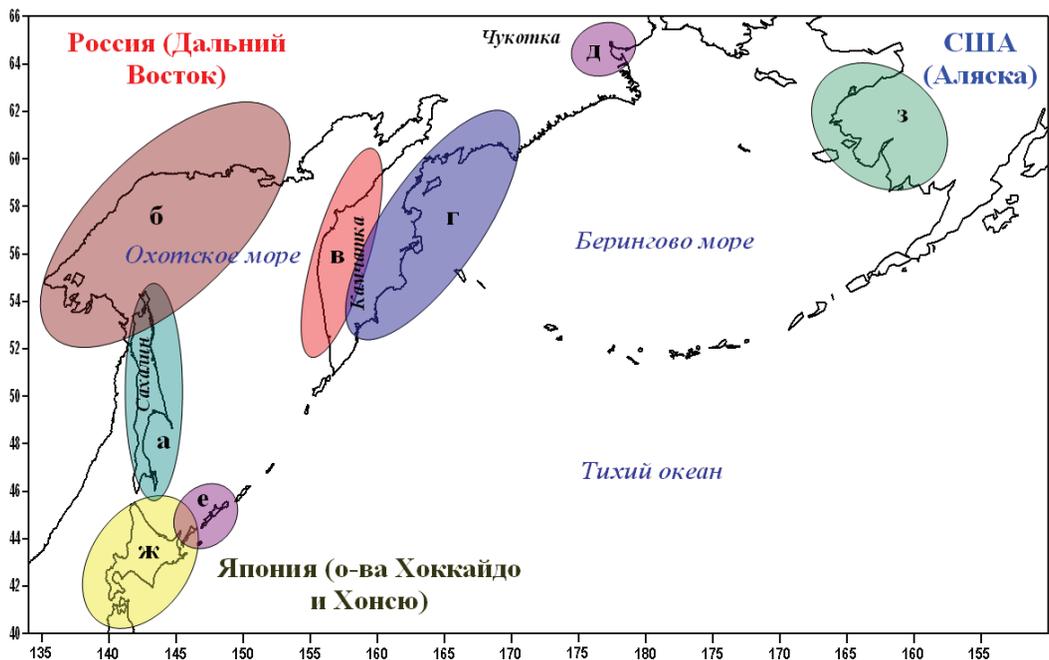


Рис. 2. Схема районов сбора чешуйного материала производителей кеты Азии и Северной Америки, положенного в основу реперной базы 2010 г.: *а* — о. Сахалин (9 локальных стад, 2983 экз.); *б* — материковое побережье Охотского моря (5 локальных стад, 811 экз.); *в* — западная Камчатка (10 локальных стад, 3152 экз.); *г* — восточная Камчатка (7 локальных стад, 2081 экз.); *д* — Чукотка (1 локальное стадо, 160 экз.); *е* — о. Итуруп (1 локальное стадо, 326 экз.); *ж* — о-ва Хоккайдо и Хонсю (8 локальных стад, 1671 экз.); *з* — Аляска (2 локальных стада, 276 экз.).

Fig. 2. Scheme of the scale samplings in 2010 for the basis scale line of Asian and North American chum salmon: *a* — Sakhalin Island (9 local stocks, 2983 individuals); *b* — continental coast of the Okhotsk Sea (5 local stocks, 811 individuals); *v* — West Kamchatka (10 local stocks, 3152 individuals); *г* — East Kamchatka (7 local stocks, 2081 individuals); *д* — Chukotka (1 local stock, 160 individuals); *e* — Iturup Island (1 local stock, 326 individuals); *ж* — Hokkaido and Honshu Islands (8 local stocks, 1671 individuals); *з* — Alaska (2 local stocks, 276 individuals)

Создание фотографических имиджей чешуи из реперных и смешанных выборок производили с помощью оптической записывающей системы LEICA DM1000. Математическую обработку чешуйных критериев выполняли с помощью авторского программного пакета Р.А. Шапорева с соавторами (2007). В данной методике реализован принцип замены традиционных линейных точечных оценок на аналогичные интегральные. Это позволяет производить зональное осреднение регистрирующих критериев по всей чешуйной пластинке. Схема сканируемых чешуйных зон представлена на рис. 3.

Рис. 3. Схема зон основных измеряемых чешуйных параметров: F — фокус (центр) чешуи; FR, FL — прямые, ограничивающие зону чешуйного кармана; UD — прямая, перпендикулярная прямым LR и $LpRp$; $FL1, FL2, FL3$ — прямые, разбивающие угол $DFLp$ на равные части; $FRL1, FRL2, FRL3$ — прямые, разбивающие угол $DFRp$ на равные части; S_{Rp}, S_{Lp} — площади зон $FDRp, FDLp$; S_{R}, S_{L} — площади зон $FRRp, FLLp$; S_{zone} — площадь зоны прикрепления FLR ; $Sigma$ — угол зоны прикрепления; H — общая высота; W — общая ширина

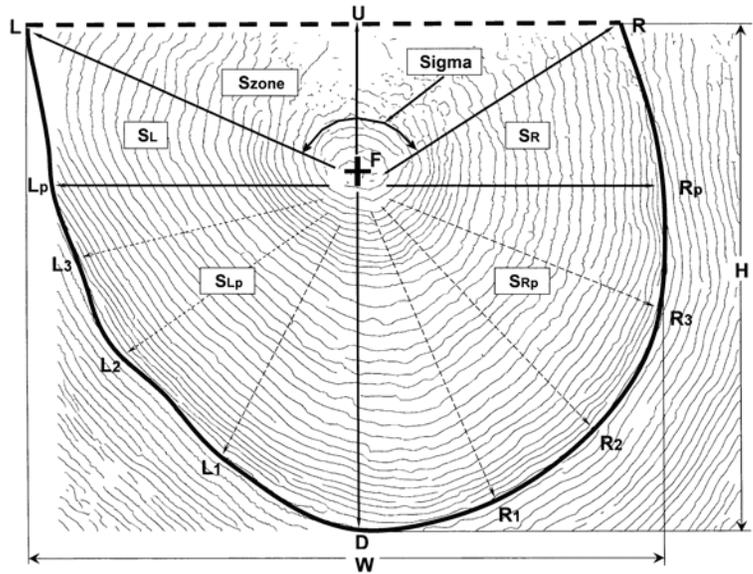


Fig. 3. Scheme of the measuring zones on scale: F — focus (center) of scale; FR, FL — lines restricted a scale-pocket; UD — the line perpendicular to the lines LR and $LpRp$; $FL1, FL2, FL3$ — lines dividing the angle $DFLp$ into equal parts; $FRL1, FRL2, FRL3$ — lines dividing the angle $DFRp$ into equal parts; S_{Rp}, S_{Lp} — $FDRp$ and $FDLp$ areas; S_{R}, S_{L} — $FRRp$ and $FLLp$ areas; S_{zone} — area of the attachment zone FLR ; $Sigma$ — angle of the attachment zone; H — total height; W — total width

При формировании реперной базы данных использовали статистический пакет Statistica 6.0. Дифференциацию региональных комплексов стад кеты осуществляли методом многомерного шкалирования на основе квадрата расстояний Махаланобиса по изменчивости структуры чешуи. Разрешающую способность реперной модели определяли методом зависимой симуляции. Все вероятностные расчеты выполнены методом оценивания максимального подобия (MLE — maximum likelihood estimation) с применением техники бутстреп (bootstrap) (100 повторений). При этом рассчитывали стандартные отклонения (SD — standard deviation) и доверительные интервалы (CI \pm 95 % — confidence interval). Все вычисления выполнены с помощью программы R 2.14.1.

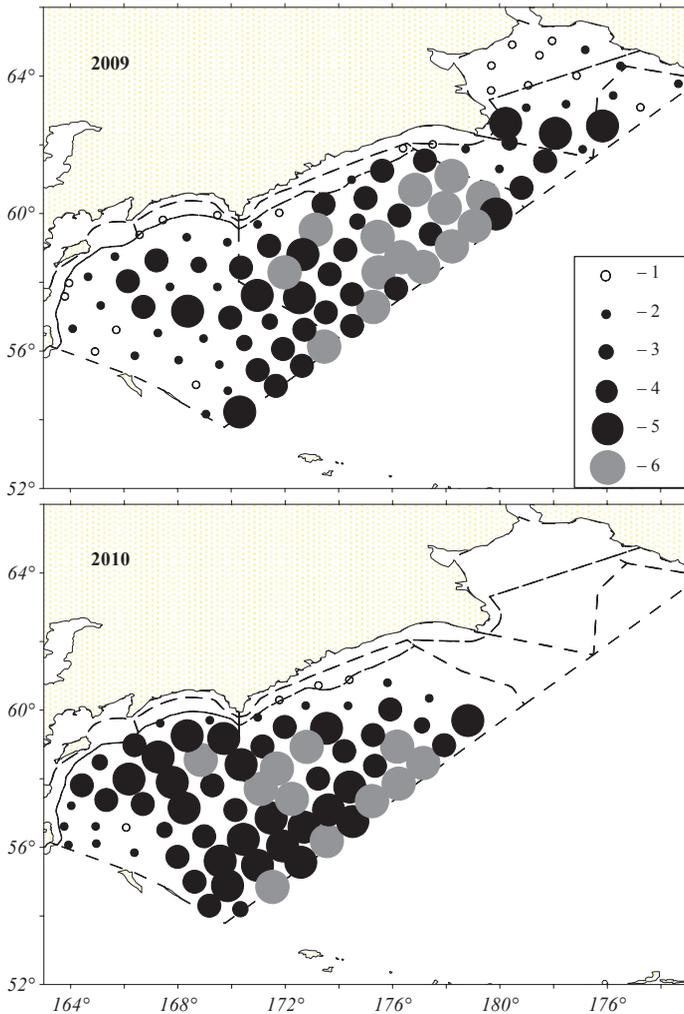
Результаты и их обсуждение

Распределение уловов и оценки численности

Анализ распределения уловов в случае с работами по идентификации стад тихоокеанских лососей является важнейшим критерием для определения логической составляющей получаемых вероятностных оценок. Существуют накопленные многочисленными отечественными и зарубежными исследователями знания о тех или иных этапах морского периода жизни всех видов рода *Oncorhynchus*. Поэтому необходимо ориентироваться на общую логику миграционных процессов в зависимости от географии районов работ и периодики сбора материалов. Кроме того, оцениваемая общая численность изучаемых водных биологических ресурсов позволяет применять получаемые идентификационные оценки в рыбохозяйственных целях. Исходя из этих

предпосылок, мы даем краткую характеристику распределения уловов и оценки численности кеты в районах исследований.

Западная часть Берингова моря. В сентябре-октябре 2009 и 2010 гг. неполовозрелая и половозрелая кета была обширно распространена по всей акватории западной части Берингова моря (рис. 4 и 5). Она встречалась во всех обследованных районах за исключением нескольких станций



вблизи Олюторского залива, коряжского побережья и Анадырского залива. В 2009 г. ее наиболее плотные скопления наблюдались в основном в Алеутской котловине (район 8), а в 2010 г. они были смещены юго-западнее и значительная часть рыб концентрировалась в Командорской котловине (район 12).

Рис. 4. Распределение неполовозрелой кеты в западной части Берингова моря в сентябре-октябре 2009 и 2010 гг.: 1 — нет улова; 2 — < 50 экз./км²; 3 — 50–100; 4 — 100–250; 5 — 250–500; 6 — > 500 экз./км². Пунктирной линией показаны границы биостатистических районов

Fig. 4. Distribution of immature chum salmon in the western Bering Sea in September-October of 2009 and 2010, ind./km²: 1 — no catch; 2 — < 50; 3 — 50–100; 4 — 100–250; 5 — 250–500; 6 — > 500. Boundaries between biostatistical districts are shown by dotted lines

Традиционно для осени основу численности кеты (старше 1-го морского года жизни) составляли неполовозрелые рыбы (рис. 4). Основные ее концентрации были сосредоточены в глубоководных котловинах, а на прибрежных станциях она была немногочисленна. Как в 2009, так и в 2010 г. высокие уловы неполовозрелой кеты наблюдались вблизи границы ИЭЗ РФ, это свидетельствует о том, что рыбы уже начали покидать нагульные акватории западной части моря и смещаться к районам зимовки.

Половозрелая кета встречалась практически во всех исследованных районах, однако ее концентрации были очень низкими (рис. 5). Только в 2009 г. отмечено два относительно больших ее улова в Анадырском заливе. К осени основная часть преданадромной кеты уже перераспределилась в прибрежную зону или прошла на нерест.

Неполовозрелая кета абсолютно доминировала по численности в западной части Берингова моря (табл. 2). Ее доля в группе крупной кеты (т.е. без учета сеголеток) составляла 94 и 99 % соответственно в 2009 и 2010 гг. Наибольшая численность неполовозрелых рыб была учтена в Алеутской и Командорской котловинах, т.е. в районах 8 и 12. В Анадырском заливе (районы 2–4) они были малочисленны и сопоставимы по численности с половозрелыми рыбами.

Рис. 5. Распределение половозрелой кеты в западной части Берингова моря в сентябре-октябре 2009 и 2010 гг. Условные обозначения как на рис. 4

Fig. 5. Distribution of maturing chum salmon in the Western Bering Sea in September-October in 2009 and 2010, ind./km²: 1 — no catch; 2 — < 50; 3 — 50–100; 4 — 100–250; 5 — 250–500; 6 — > 500. Boundaries between biostatistical districts are shown by dotted lines

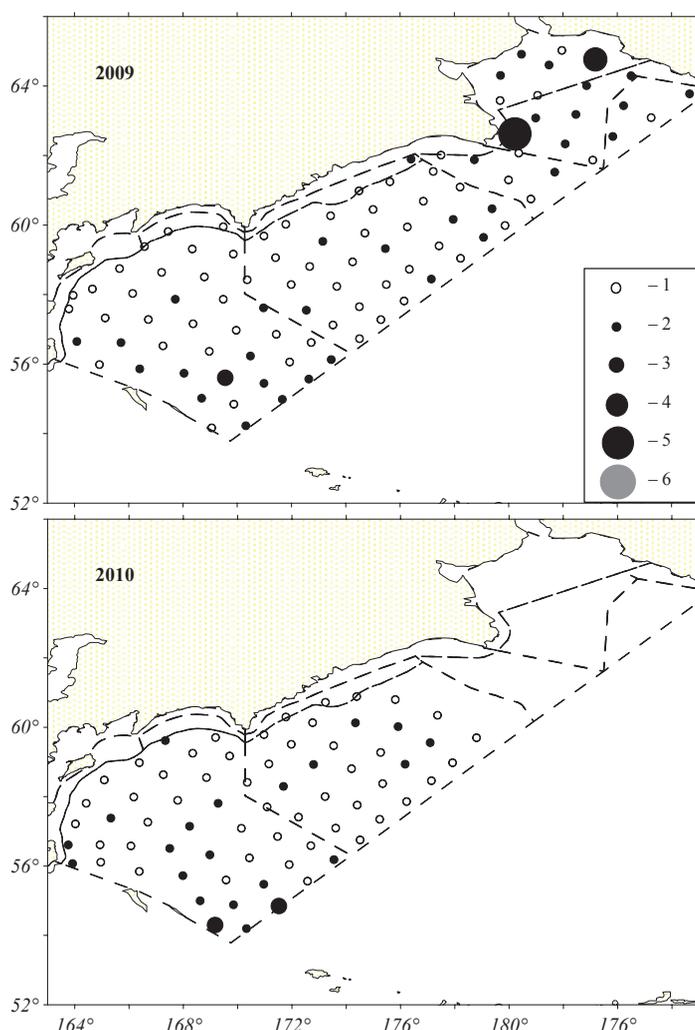


Таблица 2

Численность кеты в западной части Берингова моря в сентябре-октябре 2009 и 2010 гг., млн экз.

Table 2

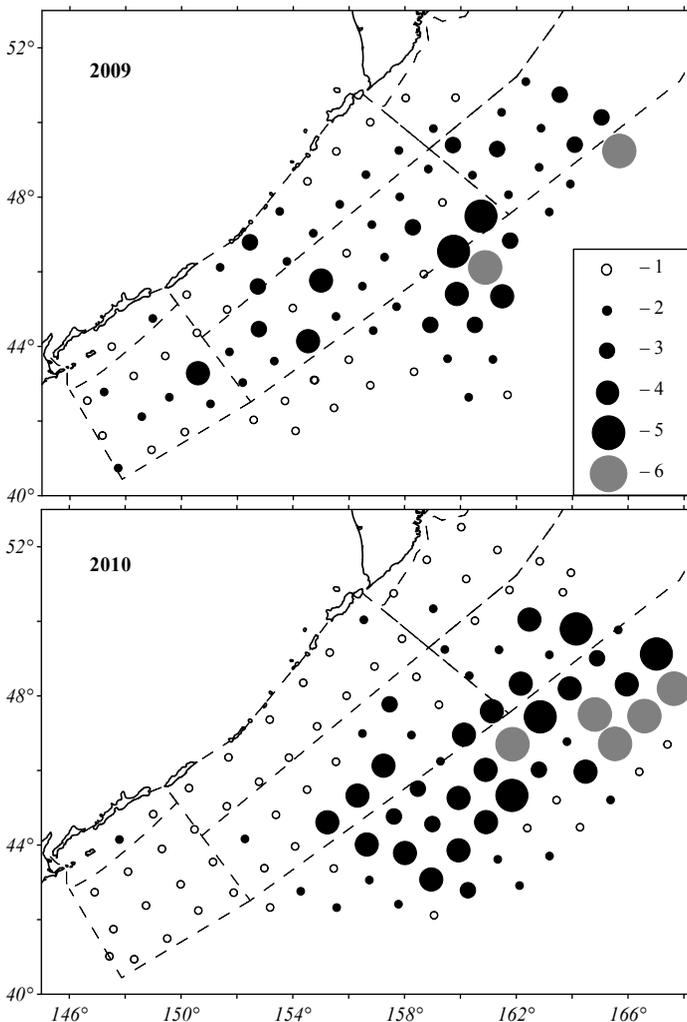
Abundance of chum salmon in the western Bering Sea in September-October of 2009 and 2010, 10⁶ ind.

Год	Группа	Район						Все районы
		2	3	4	5	8	12	
2009	Неполовозрелая	0,12	4,63	2,03	2,42	82,07	23,67	114,94
	Половозрелая	1,69	2,39	0,39	0,17	0,64	1,86	7,14
	Сеголетки	—	—	0,29	—	—	8,78	9,07
2010	Неполовозрелая	—	—	—	—	60,12	69,28	129,40
	Половозрелая	—	—	—	—	0,30	2,41	2,71
	Сеголетки	—	—	—	—	12,18	38,79	50,97

Общая численность неполовозрелой кеты в 2009 и 2010 гг. была сходной и находилась на уровне 110–130 млн экз. Это значительно меньше (в 1,5–3,0 раза), чем по данным аналогичных съемок 2002–2006 гг. (Заволокина, Заволокин, 2007). Анализ динамики численности кеты показал, что после 2006 г. интенсивность нагульных миграций в западную часть Берингова моря сильно снизилась. Причиной этого считаются изменения в динамике вод и снижение численности японских стад кеты как в целом, так и непосредственно в берингоморской части ИЭЗ РФ (Бугаев и др., 2012; Zavolokin, Khen, 2012).

Северо-западная часть Тихого океана. В начале лета съемки в прикурильских тихоокеанских водах приходится на период преднерестовых миграций кеты (Salo, 1991;

Каев, 2003). В июне — начале июля 2009 и 2010 гг. она уже повсеместно встречалась на обследованной акватории (рис. 6 и 7). Основные скопления кеты были сосредоточены



в восточной части района исследований, у северных Курильских островов, восточной Камчатки и в открытых водах за пределами ИЭЗ России. В 2009 г. плотные концентрации кеты также наблюдались около южных Курильских островов, при этом распределение неполовозрелой и созревающей кеты сильно различалось.

Рис. 6. Распределение неполовозрелой кеты в северо-западной части Тихого океана в июне-июле 2009 и 2010 гг.: 1 — нет улова; 2 — < 25 экз./км²; 3 — 25–50; 4 — 50–100; 5 — 100–150; 6 — > 150 экз./км². Пунктирной линией показаны границы биостатистических районов

Fig. 6. Distribution of immature chum salmon in the North-West Pacific in June-July of 2009 and 2010, ind./km²: 1 — no catch; 2 — < 25; 3 — 25–50; 4 — 50–100; 5 — 100–150; 6 — > 150. Boundaries between biostatistical districts are shown by dotted lines

Неполовозрелые рыбы в июне только начали перераспределяться на летний нагул в прикурильские воды (рис. 6). В этот период большая часть рыб находилась еще в открытых океанических водах (район 13). Вблизи Курильских островов неполовозрелая кета встречалась редко и в небольших количествах. Подходы созревающей кеты в прикурильские воды начинаются на 1–2 мес раньше, чем неполовозрелой. В июне большая часть половозрелых рыб охотоморских стад перераспределяется в прикурильские воды Тихого океана (рис. 7). Основной заход созревающей кеты в Охотское море происходит в июле-августе, что связано с более поздними сроками массового нереста производителей Сахалина, западной Камчатки и материкового побережья Охотского моря. Как правило, ранние расы охотоморской кеты, которые уже миновали Курильские проливы, значительно менее многочисленны, поэтому относительно высокая концентрация созревающей кеты вблизи юго-восточной Камчатки и Курильских островов формируется за счет рыб поздних рас. В открытых океанических водах (район 13) половозрелая кета в июне-июле была малочисленной, что объяснимо уходом из этих вод рыб российского происхождения. При этом активного заполнения освобождающейся акватории созревающими рыбами японских стад в данный период еще не наблюдается, поскольку массовый нерест последних происходит в октябре-ноябре.

Таким образом, на протяжении всего периода наблюдений (июнь-июль) созревающая кета доминировала по численности в тихоокеанских водах ИЭЗ РФ (районы 5–10) (табл. 3).

Рис. 7. Распределение половозрелой кеты в северо-западной части Тихого океана в июне-июле 2009 и 2010 гг. Условные обозначения как на рис. 6

Fig. 7. Distribution of maturing chum salmon in the North-West Pacific in June-July in 2009 and 2010, ind./km²: 1 — no catch; 2 — < 25; 3 — 25–50; 4 — 50–100; 5 — 100–150; 6 — > 150. Boundaries between biostatistical districts are shown by dotted lines

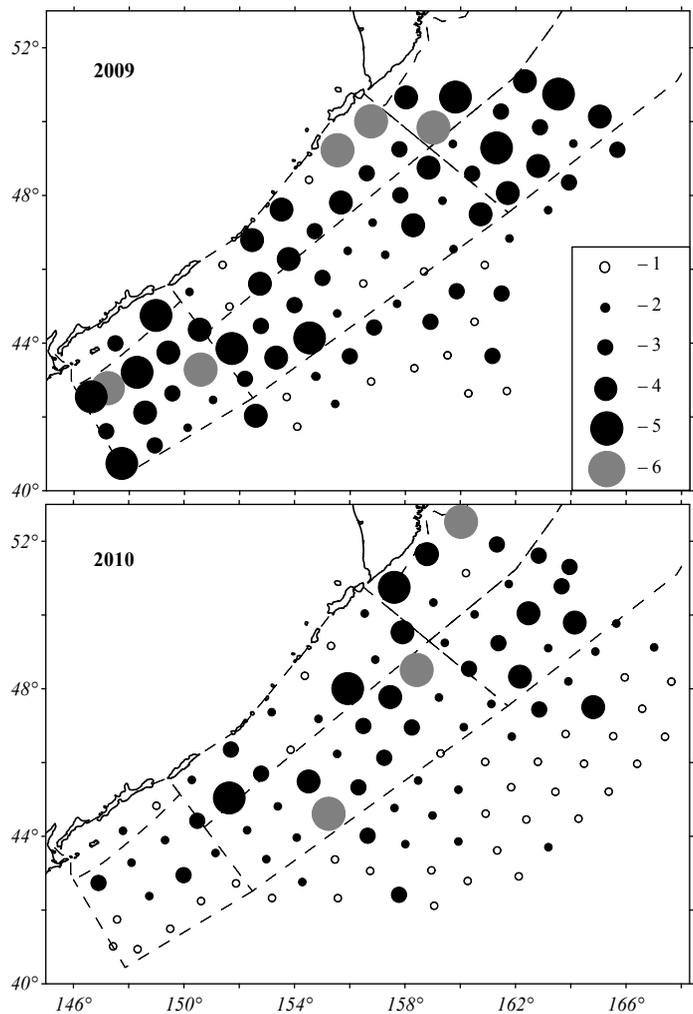


Таблица 3

Численность кеты в северо-западной части Тихого океана в июне-июле 2009 и 2010 гг., млн экз.

Table 3

Abundance of chum salmon in the North-West Pacific in June-July of 2009 and 2010, 10⁶ ind.

Год	Группа	Район							Все районы
		5	6	7	8	9	10	13	
2009	Неполовозрелая	0,15	3,68	1,50	6,96	0,15	1,01	12,11	25,56
	Половозрелая	3,95	8,17	10,22	8,36	2,94	11,54	7,41	52,59
2010	Неполовозрелая	0,10	2,64	0,08	6,86	0,13	—	32,74	42,55
	Половозрелая	6,55	4,54	5,41	12,67	0,13	1,62	4,04	34,96

Мористее, за пределами 200-мильной зоны России (район 13), преобладали скопления неполовозрелых рыб. В целом для всех районов в 2009 г. численность созревающей кеты была в два раза больше, чем неполовозрелой. В 2010 г., напротив, доминировали неполовозрелые особи. Отметим, что по сравнению с западной частью Берингова моря (см. табл. 2) численность кеты в северо-западной части Тихого океана была заметно ниже. Это связано с тем, что прикурильские тихоокеанские воды являются транзитной зоной для охотоморских и японских стад созревающей кеты, но не зоной активного нагула неполовозрелых рыб (Шунтов, Темных, 2011).

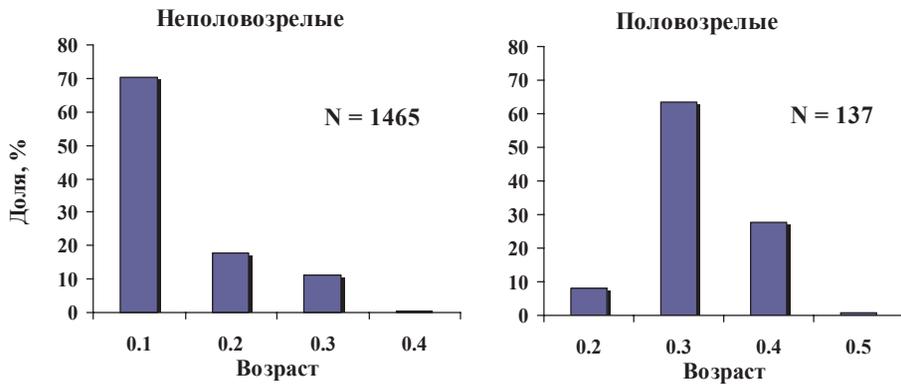
Возрастной состав уловов

При выполнении работ по определению внутривидовой структуры смешанных морских скоплений тихоокеанских лососей с использованием чешуйных критериев

одной из важнейших задач становится определение возрастного состава уловов. Это позволяет определить доминирующие возрастные группы, на основе которых производится подборка смешанных и реперных выборок для дальнейшей идентификации. Данные действия особенно необходимы для видов тихоокеанских лососей с продолжительными периодами пресноводного и морского нагула. Кета не имеет продолжительного пресноводного нагула, но ее океанический период жизни занимает от 2 до 6 лет, поэтому важно определить возрастной статус неполовозрелых и половозрелых рыб в уловах.

Западная часть Берингова моря. В уловах неполовозрелых рыб в западной части Берингова моря в 2009 и 2010 гг. абсолютно доминировали особи в возрасте 0.1, которые составляли от 60 до 70 % (рис. 8). Соответственно на втором и третьем местах по встречаемости были рыбы в возрасте 0.2 (15–30 %) и 0.3 (5–10 %). У половозрелой кеты преобладали особи в возрасте 0.3 (около 60 %) и 0.4 (около 30 %). Подобное распределение возрастного состава неполовозрелых и половозрелых особей вполне согласуется с имеющимися данными о возрасте созревания кеты Азии и Северной Америки (Salo, 1991).

2009



2010

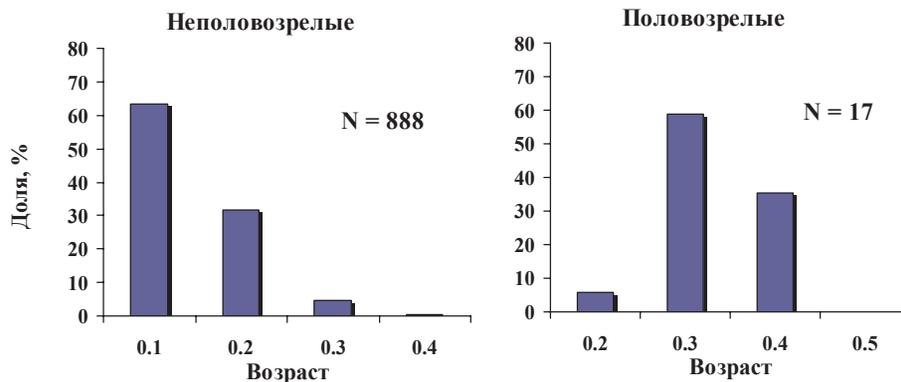
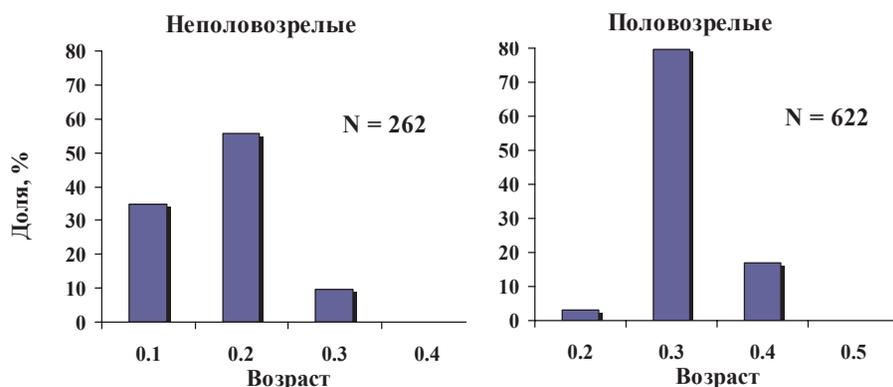


Рис. 8. Возрастной состав кеты по суммарным данным, полученным из биостатистических районов 2–12 в западной части Берингова моря в сентябре-октябре 2009 и 2010 гг.

Fig. 8. Age composition of chum salmon in the biostatistical districts 2–12 in the western Bering Sea in September-October of 2009 and 2010

Северо-западная часть Тихого океана. В данном районе, в отличие от западной части Берингова моря, как в 2009, так и 2010 гг. в уловах доминировали неполовозрелые особи в возрасте 0.2, которые составляли более 50 % (рис. 9). Доля рыб в возрасте 0.1 была ниже и варьировала в пределах 35–45 %. У половозрелой кеты преобладали особи в возрасте 0.3, составляющие от 60 до 80 %. Рыбы возрастной группы 0.4 встречались в уловах значительно реже — в пределах 20–40 %.

2009



2010

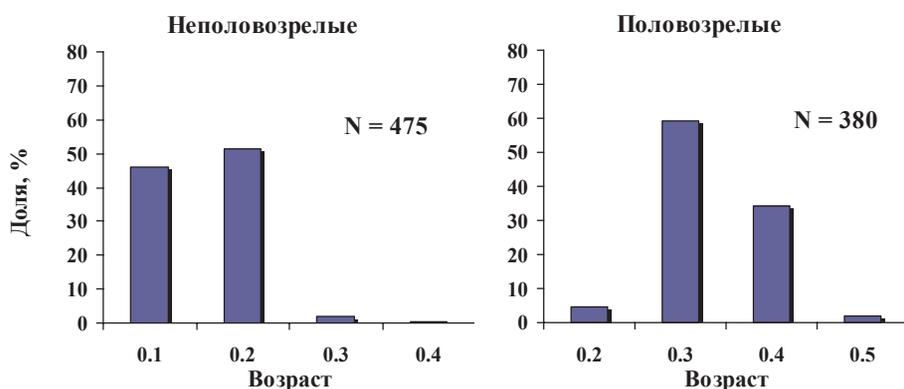


Рис. 9. Возрастной состав кеты по суммарным данным, полученным из биостатистических районов 5–13 в северо-западной части Тихого океана в июне-июле 2009 и 2010 гг.

Fig. 9. Age composition of chum salmon in the biostatistical districts 5–13 in the North-West Pacific in June-July of 2009 and 2010

Отметим, что столь принципиальная разница в возрастной структуре неполовозрелой кеты в тихоокеанских и беринговоморских водах районов исследований свидетельствует о различии этапов ее океанического нагула, а также о популяционной неоднородности нагульных скоплений в этих регионах. Ранее подобная картина была отмечена специалистами ТИНРО-центра во время учетных траловых съемок в прикурильских водах Тихого океана (Старовойтов, 2002; Заволокина и др., 2006, 2007; Заволокина, Заволокин, 2007; Шунтов, Темных, 2011).

Исходя из определенного возрастного состава кеты из траловых уловов в западной части Берингова моря и северо-западной части Тихого океана, мы формировали смешанные морские выборки кеты по следующему принципу: неполовозрелые особи — возраст 0.1 + 0.2; половозрелые особи — возраст 0.3 + 0.4. Именно рыбы этих возрастных групп в большинстве случаев составляли более 90 % уловов. Подобный подход позволил повысить уровень объемов смешанных морских выборок. Это особенно актуально для проб неполовозрелых рыб, в которых, как указывалось выше, имелась значительная отбраковка чешуйного материала.

Реперная база данных

Известно, что у производителей кеты Азии и Северной Америки доминируют особи двух возрастных групп — 0.3 и 0.4 (Salo, 1991). Их суммарная доля в среднем составляет около 90 % от всех нерестующих рыб в северотихоокеанском регионе, поэтому подбор чешуйных реперов осуществляли путем комбинирования этих двух групп (0.3 + 0.4).

региональных комплексов стад. При этом различия максимально высоки на уровне разделения по странам воспроизводства — Россия, Япония и США.

Таблица 4

Матрица значений F-теста на значимость квадрата расстояний Махаланобиса между центроидами чешуйных реперов кеты различных региональных комплексов стад

Table 4

F-test values matrix for Makhanobilis squared distances between centroids of scale baselines for different regional complexes of chum salmon stocks

Регион	N, экз.	1	2	3	4	5	6	7	8
Восточная Камчатка	3152	–							
Западная Камчатка	2081	48,29	–						
МП Охотского моря	811	71,11	107,75	–					
Сахалин	2983	144,45	142,47	67,77	–				
Хоккайдо и Хонсю	1671	110,26	152,39	117,62	113,34	–			
Курильские острова	326	55,92	64,15	45,71	33,69	18,09	–		
Чукотка	160	49,76	58,55	48,60	67,25	65,87	49,19	–	
Аляска	276	143,69	229,96	170,55	231,40	138,45	98,17	69,02	–

Примечание. Здесь и далее МП — материковое побережье.

Подчеркнем, что все проводимые зарубежными специалистами генетические исследования по внутривидовой дифференциации тихоокеанских лососей в рамках программ BASIS и BASIS-II выполнялись именно по данному принципу. Это дает возможность сопоставления результатов идентификации, полученных разными методами. Правда, существует ряд стандартных условий корректности подобных сравнений: 1) географическая близость районов работ; 2) периодика сбора проб; 3) объемы исследуемых выборок. Предпочтительнее, чтобы выборки для фенотипических и генетических исследований были собраны одновременно в течение общей экспедиции. Но и тут имеются некоторые ограничения, которые связаны, во-первых, с составом используемых реперных баз, во-вторых, с неизбежной отбраковкой непригодного чешуйного материала. Последнее особенно актуально при выполнении траловых съемок, поэтому в этом аспекте генетические методы идентификации имеют несомненное преимущество.

Относительно точности используемых в данной работе чешуйных методов необходимо объяснить некоторые моменты. Известно, что благодаря хомингу рисунок структурных элементов чешуи (склериты) лососей имеет характерные черты на уровне отдельных локальных стад, привязанных к тому или иному водоему. При этом формирование склеритов может в той или иной мере зависеть от изменения условий среды, влияющих в целом на рост рыб. Как правило, подобная изменчивость проявляется не только на отдельном стаде, но и на других стадах, воспроизводящихся и нагуливающих в географически близких пресноводных водоемах. Кроме того, все эти локальные стада имеют единую зону раннего морского нагула посткатадромной молодежи. Поэтому в большинстве случаев образуется родственная по структуре чешуи (в пресноводный и ранний морской периоды жизни) региональная группировка стад лососей, которая и выступает как идентифицируемая единица. По сути, в реальных условиях значительного смешения стад лососей, как во время океанического нагула, только на этом уровне возможна внутривидовая дифференциация по чешуйным критериям. Причем при расчетах вероятность перехвата чужой части смешанной выборки в пользу того или иного регионального комплекса стад существует всегда. Основной причиной подобных потенциальных ошибок являются, во-первых, значительное разнообразие фенотипов чешуи лососей в Северной Пацифике, и, во-вторых, межгодовая изменчивость формирования структурных элементов чешуи отдельных стад.

В нашем случае подобным фактором риска может выступать частичное несоответствие возраста рождения кеты в используемой реперной базе 2010 г. и части смешанных проб половозрелых и неполовозрелых рыб 2009 и 2010 гг. Но это неизбежный недостаток идентификационных работ, проводимых с применением чешуйных критериев, вызванный объективными причинами, которые связаны с проблемой сложности сбора и обработки огромного количества чешуйного материала из всех регионов северотихоокеанского бассейна.

Исходя из вышеизложенных условий мы определили разрешающую способность реперной базы на уровне выделенных региональных группировок стад кеты. Результаты зависимой симуляции, позволившей оценить возможности реперных компонентов идентифицировать самих себя в модели, представлены в табл. 5. В целом средняя точность используемой в работе реперной модели составила 91,1 %. Данный показатель весьма высок, что позволяет надеяться на достаточно адекватные оценки при дальнейшем выполнении внутривидовой идентификации кеты из смешанных траловых уловов. Но необходимо учитывать, что данные расчеты выполнены в конкретной реперной модели без учета фактора межгодовой изменчивости формирования структурных элементов чешуи, который будет присутствовать в смешанных морских выборках, сочетающих разные годы рождения.

Таблица 5

Оценка разрешающей способности использованной в работе реперной базы кеты, выполненная методом зависимой симуляции

Table 5

Values of resolution ability for the chum salmon baseline determined by the method of dependent simulation

Параметр	Комплекс стад							
	Западная Камчатка	Восточная Камчатка	Сахалин	МП Охотского моря	Курильские острова	Чукотка	Хоккайдо и Хонсю	Аляска
N, экз.	3152	2081	2983	811	326	160	1671	276
MLE	0,9317	0,9348	0,9119	0,8687	0,8470	0,9219	0,8808	0,9914
SD	0,0217	0,0216	0,0189	0,0386	0,0392	0,0349	0,0144	0,0066
– CI — 95 %	0,8892	0,8925	0,8749	0,7930	0,7702	0,8535	0,8526	0,9784
+ CI — 95 %	0,9741	0,9772	0,9489	0,9443	0,9238	0,9903	0,9090	1,0044
Разрешающая способность, %								91,10

Примечание. MLE — оценка максимального подобия; SD — стандартное отклонение; ± CI — 95 % — наименьшие и наивысшие показатели 95 %-ного доверительного интервала.

Внутривидовая идентификация уловов

Идентификация происхождения кеты из траловых уловов НИС «Профессор Кагановский» в летне-осенний период 2009 и 2010 гг. в западной части Берингова моря и северо-западной части Тихого океана выполнялась отдельно для неполовозрелых и половозрелых особей. Результаты дифференциации представлены на уровне распределения по региональным комплексам стад и общей оценке по основным странам воспроизводства. В первом случае группировка выборок производилась по биостатистическим районам с учетом широтной зональности, во втором — результаты суммировались по всем биостатистическим районам, входящим в исследуемые берингоморский и тихоокеанский регионы. В отдельных случаях последний принцип также использовали при недостаточном количестве чешуйного материала в частях проб, характеризующих неполовозрелую или половозрелую часть смешанных выборок.

Западная часть Берингова моря. В этом регионе в траловых уловах в сентябре-октябре абсолютно доминировала неполовозрелая кета (без учета сеголеток), которая составляла более 95 % в оба года наблюдений, поэтому объем выборок позволил получить адекватные оценки внутривидовой идентификации именно незрелой части стад. Выборки половозрелой кеты в западной части Берингова моря, наоборот, были весьма незначительны. Это не позволило провести полноценную идентификацию происхождения рыб на данной стадии морского периода жизни в этом регионе. Более-менее показательный материал был получен только по данным 2009 г. При этом пришлось дать суммарную оценку по всем берингоморским биостатистическим районам, чтобы получить относительно репрезентативный результат. Подробно статистические показатели идентификационных расчетов по материалам из траловых уловов кеты в западной части Берингова моря осенью 2009 и 2010 гг. приведены в табл. 6.

Таблица 6

Оценка максимальной вероятности встречаемости (MLE), стандартное отклонение (SD) и доверительный интервал (\pm CI — 95 %), полученные при идентификации региональных комплексов стад кеты в западной части Берингова моря в сентябре-октябре 2009 и 2010 гг.

Table 6

Values of the maximum likelihood (MLE), standard deviation (SD), and confidence interval (\pm CI — 95 %) for the chum salmon regional stock complexes in the western Bering Sea in September-October of 2009 and 2010

Год	Этап созревания	Биостатистический район	N, экз.	Параметр	Западная Камчатка	Восточная Камчатка	Сахалин	МП Охотского моря	Курильские острова	Чукотка	Хоккайдо и Хонсю	Аляска				
2009	Неполовозрелые	2-5	180	MLE	0,0770	0,1912	0,3131	0,1885	0,0329	0,0185	0,1495	0,0293				
				SD	0,0466	0,0606	0,0794	0,0806	0,0285	0,0202	0,0826	0,0202	0,0826	0,0210		
				- CI — 95 %	-0,0143	0,0725	0,1574	0,0306	-0,0229	-0,0211	-0,0124	-0,0119	-0,0119	-0,0119		
		+ CI — 95 %	0,1683	0,3098	0,4688	0,3464	0,0888	0,0582	0,3114	0,0888	0,0582	0,3114	0,0705			
		MLE	0,3051	0,1498	0,4117	0,0751	0,0067	0,0134	0,0335	0,0067	0,0134	0,0335	0,0047			
		SD	0,0688	0,0505	0,0626	0,0333	0,0095	0,0120	0,0296	0,0095	0,0120	0,0296	0,0064			
	12	290	8	290	- CI — 95 %	0,1701	0,0509	0,2891	0,0098	-0,0119	-0,0102	-0,0245	-0,0078			
					+ CI — 95 %	0,4400	0,2488	0,5343	0,1405	0,0253	0,0369	0,0915	0,0253	0,0369	0,0915	
					MLE	0,3203	0,1306	0,3782	0,1268	0,0006	0,0001	0,0379	0,0006	0,0001	0,0379	0,0055
					SD	0,0992	0,0615	0,1048	0,0826	0,0041	0,0007	0,0316	0,0041	0,0007	0,0316	0,0074
2010	Неполовозрелые	2-12	604	- CI — 95 %	0,1259	0,0102	0,1728	-0,0352	-0,0075	-0,0013	-0,0241	-0,0089				
				+ CI — 95 %	0,5147	0,2511	0,5836	0,2887	0,0087	0,0014	0,0999	0,0087	0,0014	0,0999	0,0200	
				MLE	0,2230	0,1709	0,4203	0,1034	0,0110	0,0095	0,0522	0,0110	0,0095	0,0522	0,0097	
		SD	0,0556	0,0416	0,0568	0,0411	0,0104	0,0088	0,0298	0,0104	0,0088	0,0298	0,0070			
		- CI — 95 %	0,1140	0,0894	0,3090	0,0228	-0,0094	-0,0078	-0,0061	-0,0094	-0,0078	-0,0061	-0,0040			
		+ CI — 95 %	0,3320	0,2523	0,5316	0,1840	0,0314	0,0267	0,1106	0,0314	0,0267	0,1106	0,0235			
	12	122	2-12	122	MLE	0,1750	0,2239	0,3990	0,0794	0,0098	0,0007	0,0981	0,0141			
					SD	0,0850	0,0892	0,1025	0,0684	0,0265	0,0041	0,0708	0,0265	0,0041	0,0708	0,0173
					- CI — 95 %	0,0084	0,0490	0,1981	-0,0547	-0,0422	-0,0074	-0,0407	-0,0422	-0,0074	-0,0407	-0,0198
					+ CI — 95 %	0,3417	0,3988	0,6000	0,2135	0,0617	0,0088	0,2369	0,0617	0,0088	0,2369	0,0480
Половозрелые	8	206	206	MLE	0,1068	0,0739	0,6558	0,0725	0,0217	0,0029	0,0450	0,0214				
				SD	0,0539	0,0367	0,0665	0,0398	0,0291	0,0062	0,0289	0,0291	0,0062	0,0289	0,0151	
				- CI — 95 %	0,0011	0,0020	0,5254	-0,0056	-0,0353	-0,0093	-0,0117	-0,0353	-0,0093	-0,0117	-0,0081	
				+ CI — 95 %	0,2126	0,1458	0,7861	0,1506	0,0787	0,0150	0,0107	0,0787	0,0150	0,0107	0,0510	
	12	588	12	588	MLE	0,1144	0,0667	0,6697	0,0784	0,0232	0,0031	0,0261	0,0184			
					SD	0,0517	0,0272	0,0561	0,0347	0,0226	0,0039	0,0165	0,0226	0,0039	0,0165	0,0097
					- CI — 95 %	0,0132	0,0133	0,5598	0,0103	-0,0211	-0,0045	-0,0063	-0,0211	-0,0045	-0,0063	-0,0006
					+ CI — 95 %	0,2157	0,1200	0,7795	0,1464	0,0676	0,0107	0,0585	0,0676	0,0107	0,0585	0,0375
8-12	794	8-12	794	MLE	0,1147	0,0592	0,6785	0,0764	0,0222	0,0026	0,0278	0,0186				
				SD	0,0471	0,0215	0,0582	0,0353	0,0210	0,0035	0,0186	0,0210	0,0035	0,0186	0,0084	
				- CI — 95 %	0,0223	0,0171	0,5644	0,0071	-0,0189	-0,0043	-0,0086	-0,0189	-0,0043	-0,0086	0,0021	
				+ CI — 95 %	0,2071	0,1013	0,7926	0,1456	0,0634	0,0094	0,0642	0,0634	0,0094	0,0642	0,0351	

В оба года наблюдений в регионе у неполовозрелой кеты в уловах преобладали рыбы российского происхождения (рис. 11). Первое место по встречаемости занимали стада Сахалина. Их доля в 2009 г. в среднем колебалась в пределах 31–41 %, а в 2010 г. — 65–67 %. Камчатские стада в общем улове незрелых рыб занимали второе место. Их соотношение имело следующий вид: западная Камчатка — 2009 г. — 8–32 %, 2010 г. — 10–11; восточная Камчатка — 2009 г. — 13–19, 2010 г. — 6–7 %. При этом заметно, что по мере смещения с севера на юг возрастала доля западнокамчатских стад, а восточнокамчатских — наоборот, сокращалась. Третьим по встречаемости в уловах был комплекс стад материкового побережья Охотского моря. Доли этих рыб варьировали в пределах 7–19 % в 2009 г. и 7–8 % в 2010 г. Суммарные доли остальных российских стад (Чукотка и Курильские острова), как правило, не превышали 1–3 %, что, по сути, входит в статистическую погрешность метода идентификации с применением чешуйных критериев.

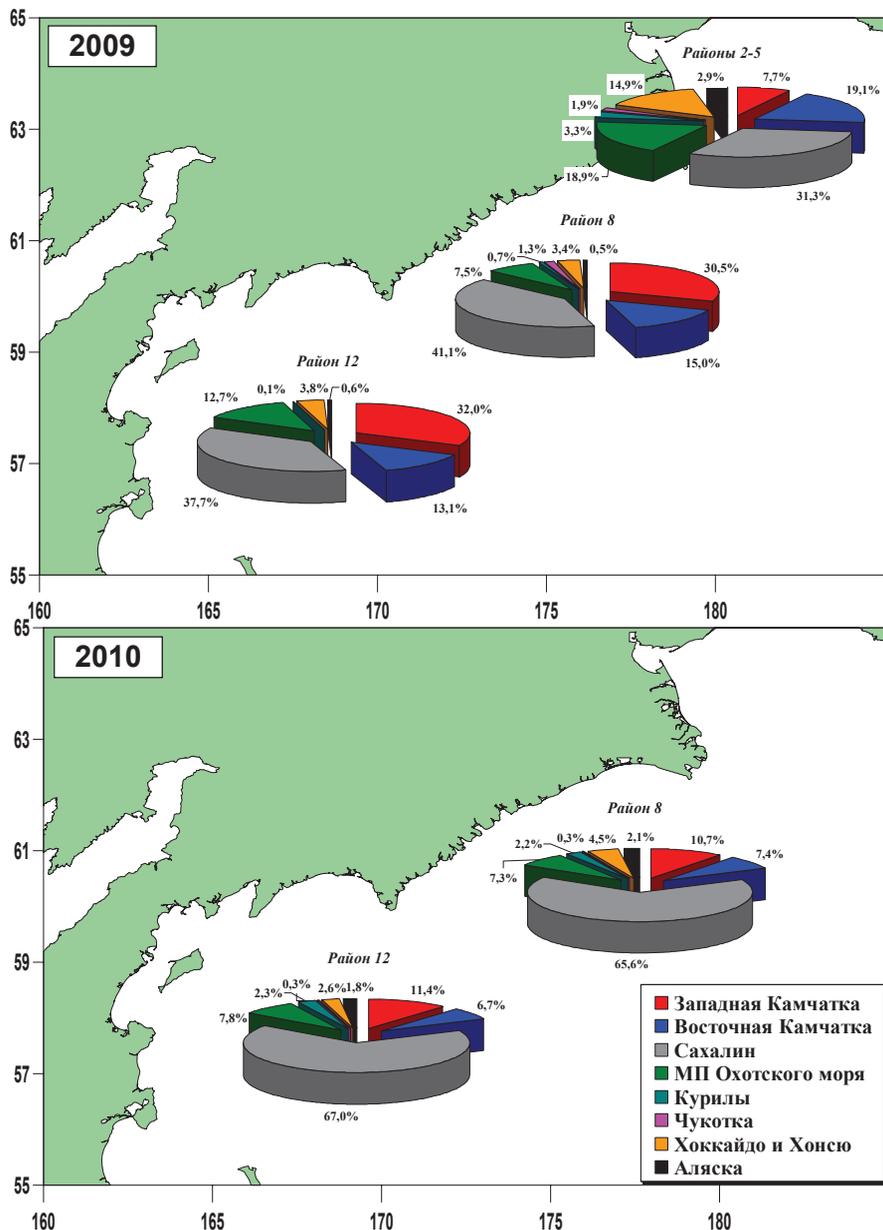


Рис. 11. Распределение региональных комплексов стад неполовозрелой кеты по биостатистическим районам в западной части Берингова моря в сентябре-октябре 2009 и 2010 гг.

Fig. 11. Distribution of regional stock complexes by biostatistical districts in the western Bering Sea for immature chum salmon in September-October of 2009 and 2010

Кроме российской кеты, в относительно заметных количествах в уловах были отмечены неполовозрелые особи японского происхождения. В 2009 г. их доля в различных биостатистических районах западной части Берингова моря колебалась в пределах 3–15 %. В 2010 г. присутствие японских стад в уловах было менее заметным — около 3–5 %. Причем в оба года наблюдений их доли севернее были несколько выше. Присутствие американских стад во всех случаях не превышало 1–3 %, что, как и в случае со стадами Чукотки и Курильских островов, также соответствовало стандартной ошибке метода.

Аналогичная картина представлена и на суммарных схемах распределения неполовозрелой кеты на уровне основных стран воспроизводства в западной части Берингова моря в сентябре-октябре 2009 и 2010 гг. (рис. 12). Из этих данных видно, что 94–95 % траловых уловов в период работ НИС «Профессор Кагановский» состояло из рыб российского происхождения. Присутствие японской кеты не превышало 3–5 %. Результаты наших предыдущих исследований в 2002–2004 и 2006 гг. всегда давали заметно более высокую встречаемость незрелых рыб японского комплекса стад в этом

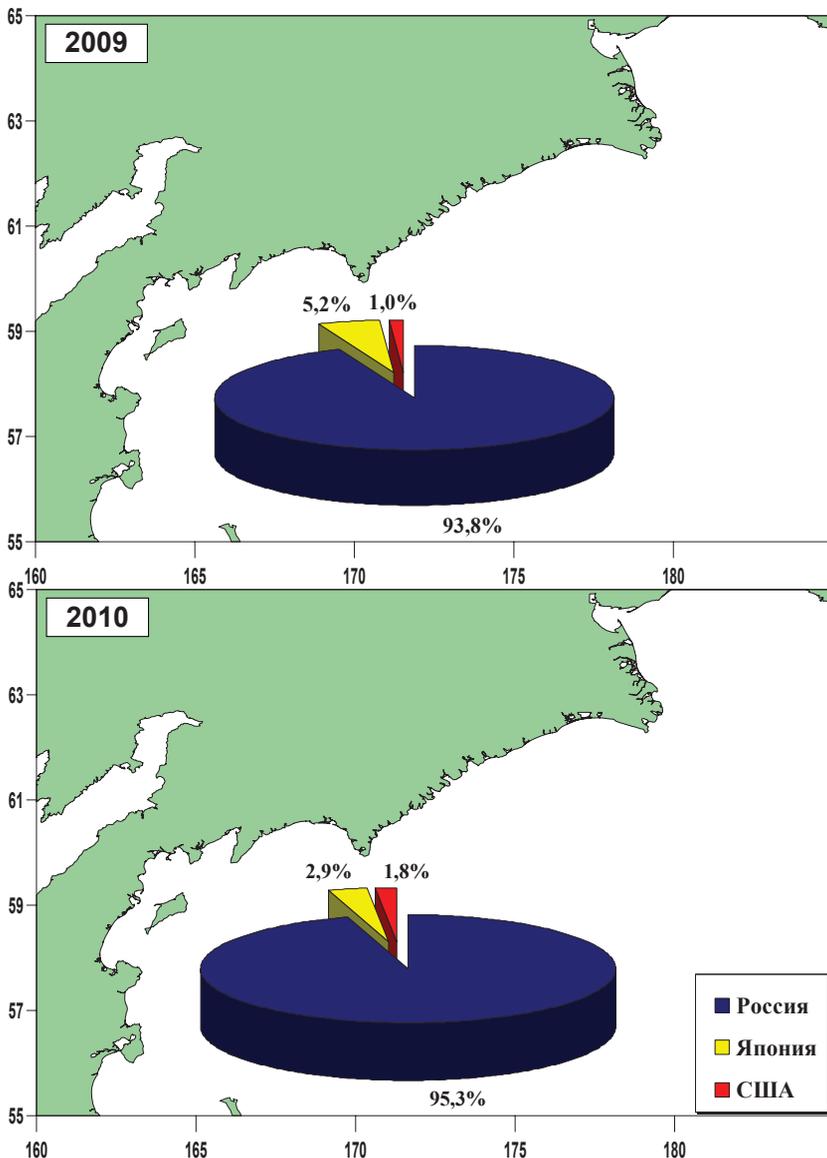


Рис. 12. Распределение неполовозрелой кеты основных стран воспроизводства в западной части Берингова моря в сентябре-октябре 2009 и 2010 гг.

Fig. 12. Origin of immature chum salmon in the western Bering Sea in September-October of 2009 and 2010 (countries of spawning stocks)

регионе (Бугаев и др., 2006, 2007, 2009; Bugaev et al., 2009). Обычно их доля в среднем колебалась в пределах 20–40 % в зависимости от года вылова.

При выполнении внутривидовой идентификации половозрелой кеты были получены достаточно сходные закономерности распределения стад, как и у неполовозрелых особей. В 2009 г. здесь также доминировали российские стада, в сумме составляющие около 89 % (рис. 13 и 14). Из них наиболее высоки были доли стад Сахалина — около 40 %, восточной Камчатки — 22, западной Камчатки — 17 и материкового побережья Охотского моря — 8 %. Кета японского комплекса стад составляла приблизительно 10 %. Доля американских рыб была около 1 %.

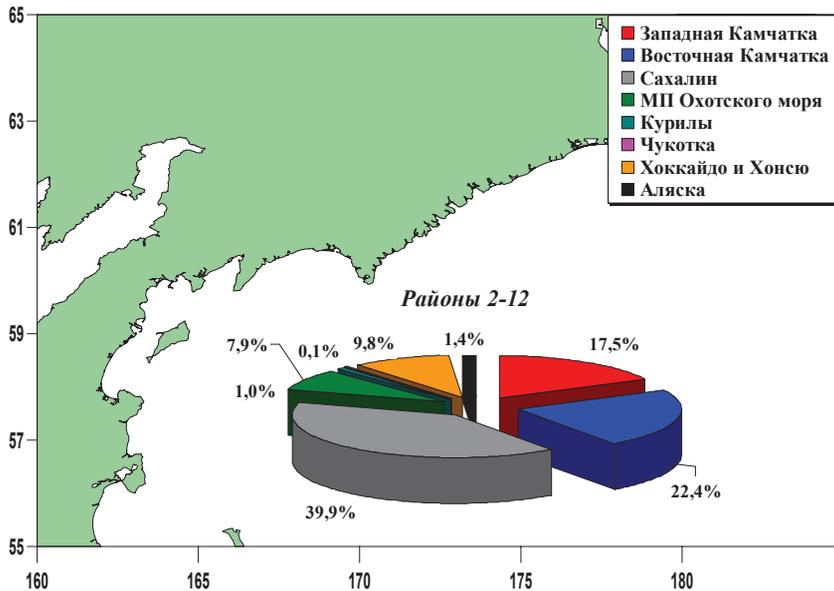


Рис. 13. Распределение региональных комплексов стад половозрелой кеты по всем биостатистическим районам в западной части Берингова моря в сентябре-октябре 2009 г.

Fig. 13. Distribution of regional stock complexes by biostatistical districts in the western Bering Sea for maturing chum salmon in September-October of 2009

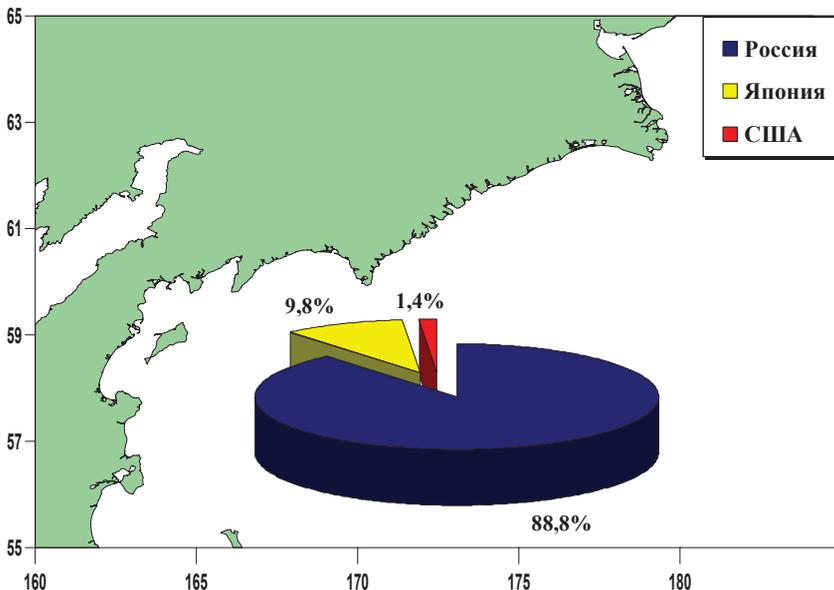


Рис. 14. Распределение половозрелой кеты основных стран воспроизводства в западной части Берингова моря в сентябре-октябре 2009 г.

Fig. 14. Origin of maturing chum salmon in the western Bering Sea in September-October of 2009 (countries of spawning stocks)

Северо-западная часть Тихого океана. В этом регионе учетные съемки проводились в июне-июле 2009 и 2010 гг. Данный период является временем активных преднерестовых миграций азиатской кеты в тихоокеанских водах ИЭЗ РФ (Бугаев, 2010; Шунтов, Темных, 2011). Это обстоятельство, как отмечено выше, наложило определенный отпечаток на характер распределения неполовозрелых и половозрелых рыб в траловых уловах НИС «Профессор Кагановский» в прикурильских и прикамчатских водах Тихого океана (табл. 7). В 2009 г. доля неполовозрелых рыб в уловах составляла около 33 %, а в 2010 г. — около 55 %.

К сожалению, из-за недостаточного качества чешуйных материалов нам не удалось подготовить репрезентативные выборки для полноценной характеристики внутривидовой структуры незрелой кеты в северо-западной части Тихого океана. Поэтому все представленные здесь данные, касающиеся неполовозрелых рыб, необходимо рассматривать как предварительные. На рис. 15 и 16 показаны схемы распределения региональных комплексов стад кеты, основанные на суммарной оценке по всем тихоокеанским биостатистическим районам.

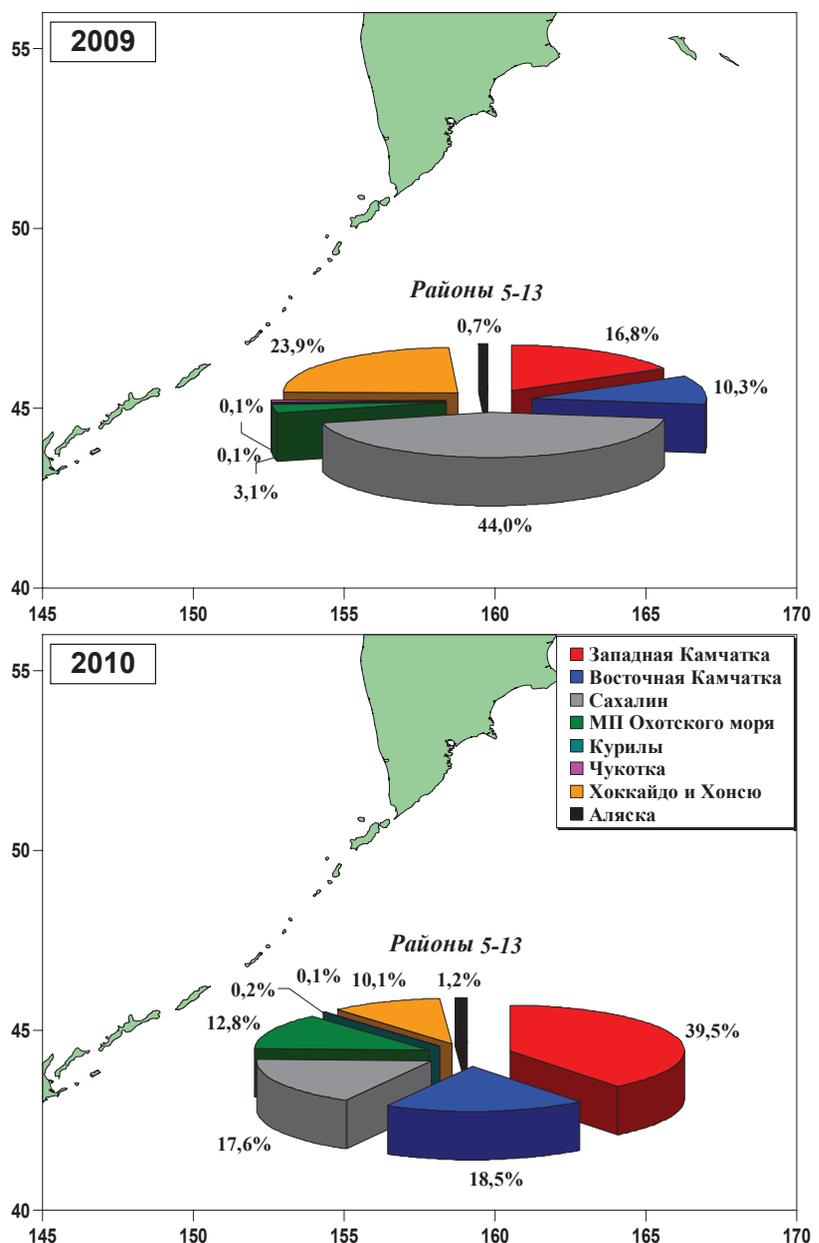


Рис. 15. Распределение региональных комплексов стад неполовозрелой кеты по всем биостатистическим районам в северо-западной части Тихого океана в июне-июле 2009 и 2010 гг.

Fig. 15. Distribution of regional stock complexes by biostatistical districts in the North-West Pacific for immature chum salmon in June-July of 2009 and 2010

Таблица 7

Оценка максимальной вероятности встречаемости (MLE), стандартное отклонение (SD) и доверительный интервал (\pm CI — 95 %), полученные при идентификации региональных комплексов стад кеты в северо-западной части Тихого океана в июне-июле 2009 и 2010 гг.

Table 7

Values of the maximum likelihood (MLE), standard deviation (SD), and confidence interval (\pm CI — 95 %) for the chum salmon regional stock complexes in the North-West Pacific in June-July of 2009 and 2010

Год	Этап созревания	Биостатистический район	N, экз.	Параметр	Западная Камчатка	Восточная Камчатка	Сахалин	МП Охотского моря	Курильские острова	Чукотка	Хоккайдо и Хонсю	Аляска
2009	Неполовозрелые	5-13	86	MLE	0,1684	0,1025	0,4405	0,0309	0,0012	0,0094	0,2396	0,0075
				SD	0,1073	0,0753	0,1129	0,0408	0,0066	0,0187	0,1010	0,0125
				- CI — 95 %	-0,0419	-0,0451	0,2192	-0,0491	-0,0116	-0,0272	0,0416	-0,0169
	Половозрелые	5-6 (+13)*	114	MLE	0,3787	0,2501	0,6619	0,1108	0,0141	0,0460	0,4375	0,0319
				SD	0,1302	0,0847	0,4534	0,0555	0,0097	0,0015	0,2532	0,0117
				- CI — 95 %	0,0828	0,0503	0,1101	0,0435	0,0164	0,0070	0,0887	0,0228
2010	Неполовозрелые	5-13	81	MLE	-0,0320	0,1833	0,2376	-0,0297	-0,0224	-0,0121	0,0792	-0,0331
				SD	0,2925	0,1567	0,6692	0,1408	0,0419	0,0151	0,4271	0,0564
				- CI — 95 %	0,0448	0,0448	0,4939	0,0440	0,0122	0,0054	0,2004	0,0010
	Половозрелые	5-6 (+13)*	133	MLE	0,0734	0,0608	0,0840	0,0408	0,0201	0,0110	0,0547	0,0029
				SD	0,0128	-0,0327	0,3292	-0,0360	-0,0273	-0,0161	0,0931	-0,0046
				- CI — 95 %	0,3007	0,2057	0,6585	0,1240	0,0516	0,0269	0,3077	0,0066
2010	Неполовозрелые	5-13	467	MLE	0,2024	0,1083	0,5215	0,0670	0,0075	0,0038	0,0506	0,0388
				SD	0,1109	0,0654	0,1121	0,0483	0,0166	0,0076	0,0396	0,0229
				- CI — 95 %	-0,0148	-0,0198	0,3017	-0,0277	-0,0251	-0,0111	-0,0270	-0,0061
	Половозрелые	5-6 (+13)*	133	MLE	0,4197	0,2364	0,7413	0,1617	0,0401	0,0187	0,1283	0,0837
				SD	0,1709	0,0841	0,5111	0,0307	0,0086	0,0038	0,1772	0,0135
				- CI — 95 %	0,0645	0,0458	0,0643	0,0233	0,0136	0,0102	0,0462	0,0100
2010	Неполовозрелые	5-13	81	MLE	0,0444	-0,0056	0,3852	-0,0149	-0,0179	-0,0161	0,0867	-0,0061
				SD	0,2973	0,1738	0,6371	0,0763	0,0352	0,0238	0,2678	0,0331
				- CI — 95 %	0,3950	0,1845	0,1756	0,1284	0,0006	0,0024	0,1013	0,0122
	Половозрелые	5-6 (+13)*	133	MLE	0,1494	0,1008	0,1105	0,0658	0,0035	0,0095	0,1014	0,0146
				SD	0,1022	-0,0130	-0,0412	-0,0006	-0,0062	-0,0162	-0,0975	-0,0164
				- CI — 95 %	0,6879	0,3820	0,3921	0,2574	0,0075	0,0211	0,3001	0,0407
2010	Неполовозрелые	5-13	81	MLE	0,1852	0,1571	0,3747	0,0606	0,0183	0,0174	0,1630	0,0237
				SD	0,1049	0,0765	0,1079	0,0509	0,0346	0,0185	0,0716	0,0206
				- CI — 95 %	-0,0205	0,0071	0,1632	-0,0391	-0,0495	-0,0189	0,0225	-0,0167
	Половозрелые	5-6 (+13)*	133	MLE	0,3909	0,3070	0,5862	0,1603	0,0861	0,0538	0,3034	0,0642
				SD	0,1049	0,0765	0,1079	0,0509	0,0346	0,0185	0,0716	0,0206
				- CI — 95 %	-0,0205	0,0071	0,1632	-0,0391	-0,0495	-0,0189	0,0225	-0,0167

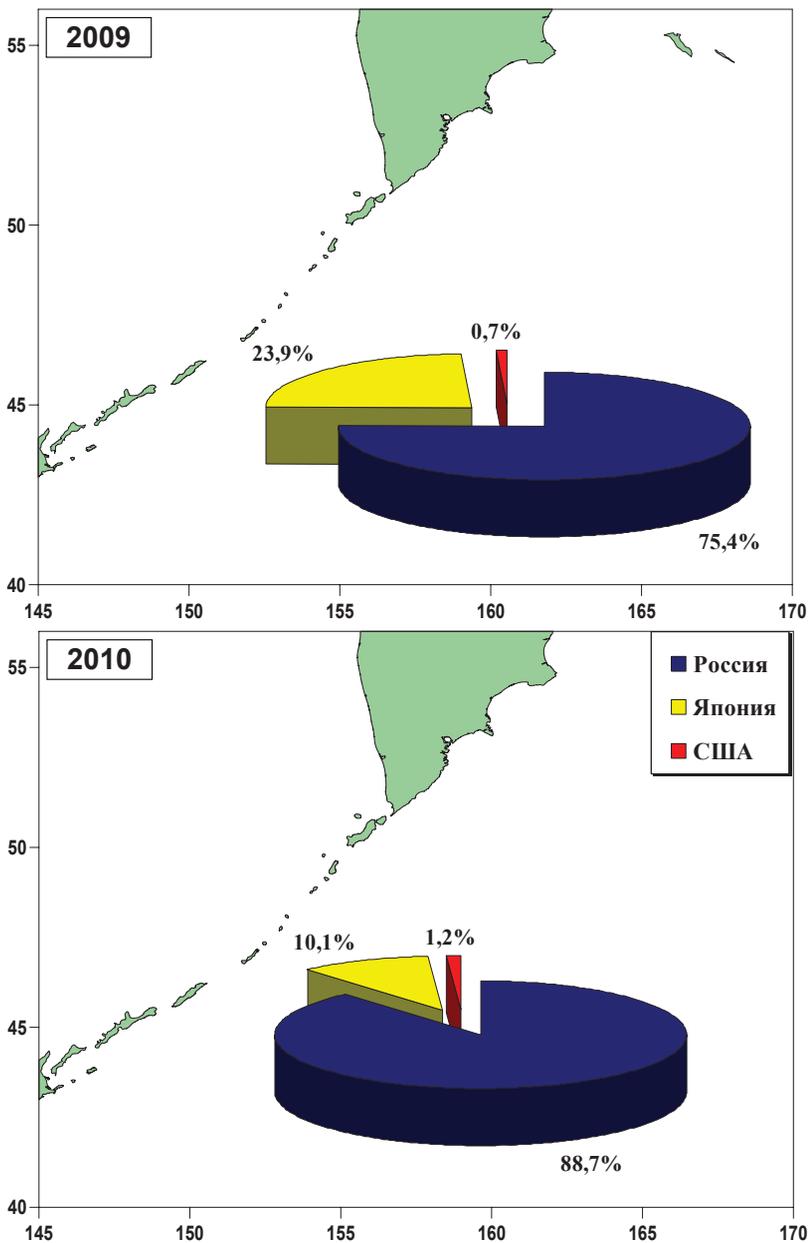


Рис. 16. Распределение неполовозрелой кеты основных стран воспроизводства в северо-западной части Тихого океана в июне-июле 2009 и 2010 гг.

Fig. 16. Origin of immature chum salmon in the North-West Pacific in June-July of 2009 and 2010 (countries of spawning stocks)

шалась. Третий по численности дальневосточной кеты комплекс стад материкового побережья был меньше подвержен межгодовым колебаниям, составляя в долевом выражении в 2009 г. приблизительно 5–7 % и в 2010 г. — 4–9 %.

Характер распределения японской половозрелой кеты также демонстрировал четко выраженную широтную зональность. Севернее ее доля составляла соответственно около 25 и 16 % в 2009 и 2010 гг. Вблизи южных Курильских островов этот показатель снижался до 5 % в 2009 г. и до 9 % в 2010 г. Подобную особенность распределения созревающих рыб японского происхождения мы ранее наблюдали и при изучении внутривидовой структуры преднерестовых скоплений кеты в ИЭЗ РФ (Бугаев и др., 2012). На наш взгляд, это свидетельствует о том, что массовый преданадромный ход кеты к о-вам Хоккайдо и Хонсю происходит в конце лета и начале осени и мористее 200-мильной зоны России. Как уже отмечалось, основной причиной этого могут быть более поздние сроки нереста японской кеты по сравнению с большинством российских стад. Кроме того, на снижении доли японских рыб в траловых уловах могло сказаться и общее падение ее численности, отмеченное в 2010–2011 гг. (Fish-

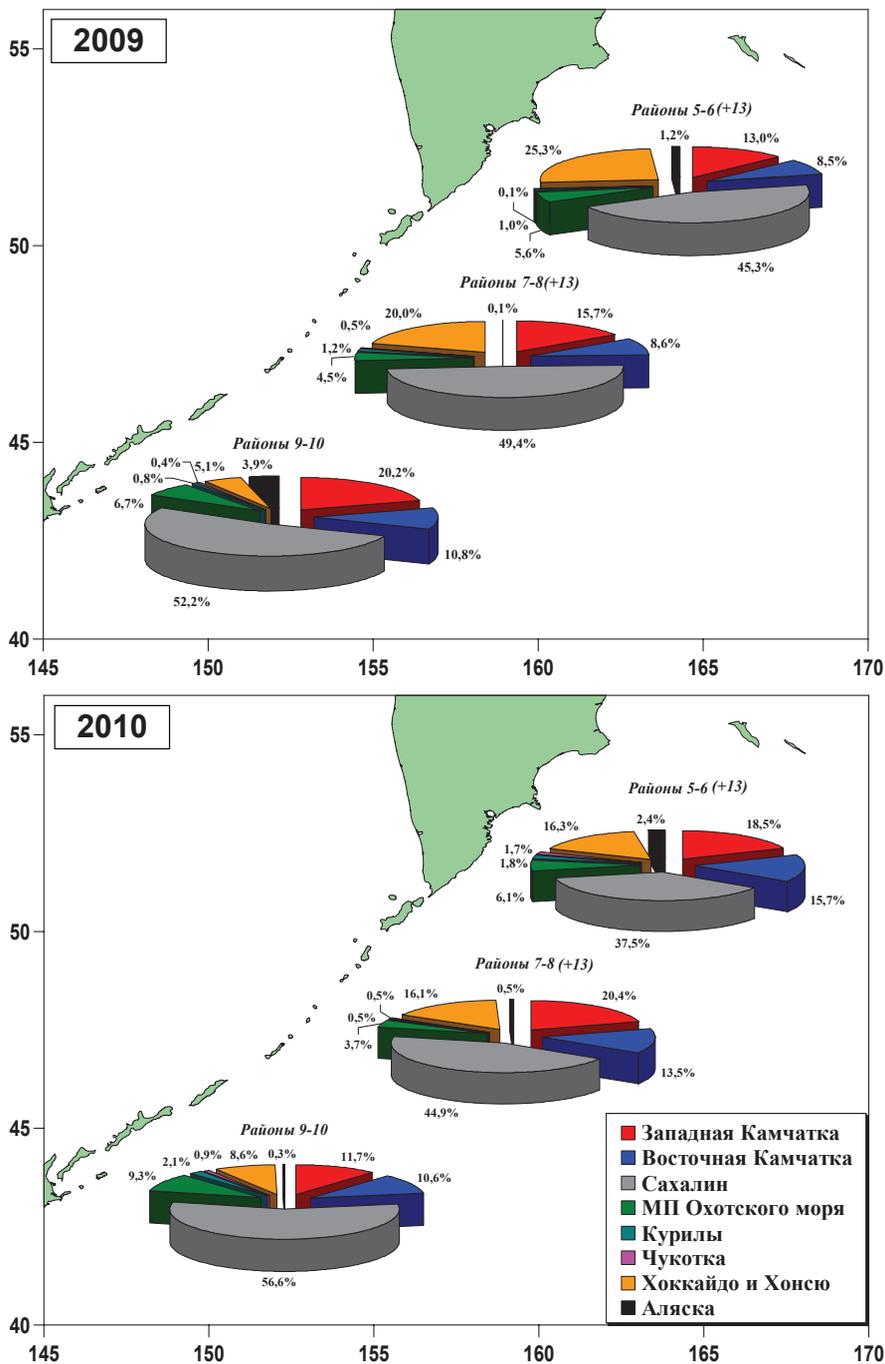


Рис. 17. Распределение региональных комплексов стад половозрелой кеты по биостатистическим районам в северо-западной части Тихого океана в июне-июле 2009 и 2010 гг.

Fig. 17. Distribution of regional stock complexes by biostatistical districts in the North-West Pacific for maturing chum salmon in June-July of 2009 and 2010

eries agency ..., 2010*; Hokkaido national fisheries research institute, 2011**; Sasaki et al., 2012). Причем последний фактор мог сказаться на внутривидовой структуре уловов как нагульных, так и преднерестовых скоплений кеты во всей акватории ИЭЗ РФ.

* Fisheries Agency of Japan. Japan salmon commercial catch statistics for 2009: NPAFC Doc. 2010. № 1259. 2 p. <http://www.npafc.org>.

** Hokkaido national fisheries research institute. Japan salmon commercial catch statistics for 2010: NPAFC Doc. 2011. № 1344. 2 p. <http://www.npafc.org>.

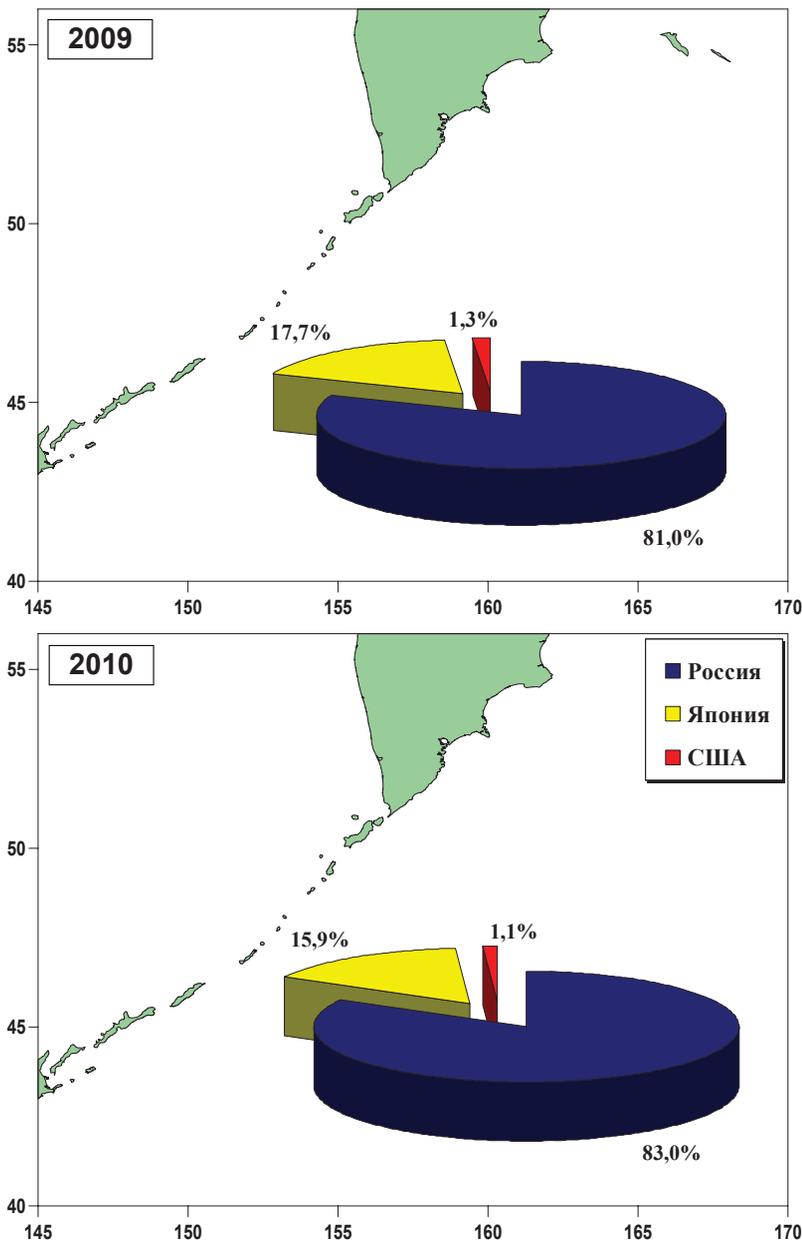


Рис. 18. Распределение половозрелой кеты основных стран воспроизводства в северо-западной части Тихого океана в июне-июле 2009 и 2010 гг.

Fig. 18. Origin of maturing chum salmon in the North-West Pacific in June-July of 2009 and 2010 (countries of spawning stocks)

О присутствии в регионе половозрелых рыб американского происхождения (~ 1 %) можно с высокой долей вероятности сказать, что это именно статистическая погрешность метода. Понятно, что пройти более 3000 км, чтобы дойти до нерестовых водоемов Аляски и отнереститься в этот же год, практически нереально. Но мы все-таки даем эту оценку, поскольку, во-первых, это результат математических расчетов, во-вторых, теоретическая вероятность подобной миграции возможна при условии нереста некоторой части аляскинской кеты в ноябре-декабре.

На основе полученных оценок по внутривидовой идентификации кеты в западной части Берингова моря и северо-западной части Тихого океана в 2009 и 2010 гг. была определена численность комплексов стад неполовозрелой и половозрелой кеты основных стран воспроизводства в районах учетных траловых съемок (табл. 8). Информация за прошлые годы была взята по результатам наших предыдущих исследований (Бугаев и др., 2006, 2007, 2009). Из представленных оценок наиболее показательными можно считать данные по половозрелым рыбам в 2009 и 2010 гг., поскольку имеется возможность их сравнения с уровнями промыслового изъятия вида в конкретный год

учетных работ. По нашим оценкам, численность российской созревающей кеты в западной части Берингова моря в 2009 г. составляла 6,34 млн экз., а в северо-западной части Тихого океана — 42,60 млн экз. в 2009 г. и 29,02 млн экз. в 2010 г. При этом в 2009 и 2010 гг. ежегодный вылов кеты на Дальнем Востоке России составлял около 90 тыс. т, из которых около 65 тыс. т приходилось на охотоморский бассейн, а остальное на восточную Камчатку и Чукотку. Сопоставление учтенной численности с общим российским выловом вида, а также с пропуском производителей на нерестилища дает вполне адекватный результат относительно точности полученных оценок.

Таблица 8

Оценки относительной численности кеты основных стран воспроизводства в западной части Берингова моря и северо-западной части Тихого океана

Table 8

Relative abundance of chum salmon in the western Bering Sea and North-West Pacific, by countries of spawning stocks

Регион	Этап созревания	Сезон	Год	Страна воспроизводства						Общая численность, млн экз.
				Россия		Япония		США		
				%	Млн экз.	%	Млн экз.	%	Млн экз.	
Западная часть Берингова моря (биостатистические районы 2–12)	Неполовозрелые	Лето	2003	60,0	423,17	30,9	217,59	9,1	64,32	705,08
			2002	65,5	298,17	34,2	155,62	0,3	1,37	455,16
		Осень	2003	44,4	151,22	52,8	179,62	2,8	9,37	340,21
			2004	64,0	119,38	27,1	50,56	8,9	16,57	186,51
			2006	68,8	286,31	27,7	115,53	3,5	14,62	416,46
			2009	93,8	107,81	5,2	5,98	1,0	1,15	114,94
	2010	95,3	123,32	2,9	3,75	1,8	2,33	129,40		
	Половозрелые	Осень	2009	88,8	6,34	9,8	0,70	1,4	0,10	7,14
Северо-западная часть Тихого океана (биостатистические районы 5–13)	Неполовозрелые	Лето	2009	75,4	19,27	23,9	6,11	0,7	0,18	25,56
			2010	88,7	37,74	10,1	4,30	1,2	0,51	42,55
	Половозрелые	Лето	2009	81,0	42,60	17,7	9,31	1,3	0,68	52,59
			2010	83,0	29,02	15,9	5,56	1,1	0,38	34,96

Примечание. Данные за 2002–2004 и 2006 гг. взяты по А.В. Бугаеву с соавторами (2006, 2007, 2009).

Аналогичное наблюдение по уровню изменения оцененной численности можно сделать и для созревающей японской кеты. В этом плане наиболее показательны данные из северо-западной части Тихого океана, где оценки численности рыб комплекса стад Хоккайдо и Хонсю составили в 2009 г. 9,31 млн экз., а в 2010 г. 5,56 млн экз. Отметим, что для этого периода наблюдалось сокращение уловов японской кеты, которые в 2009 г. составили около 200 тыс. т, а в 2010 г. — 157 тыс. т*. Разумеется, в данном вопросе необходимо сделать уточнение, что мы недоучитываем японскую кету в проводимых учетных работах ТИНРО-центра, поскольку российские рыбохозяйственные исследования по данной тематике в первую очередь ориентированы на изучение дальневосточных лососей.

В случае с неполовозрелыми особями ситуация несколько иная, так как кета на данной стадии морского нагула может провести в океане еще 2–3 года, поэтому все получаемые оценки относительной численности и внутривидовой структуры в этой ситуации более условны. В основном это связано с естественной смертностью во время продолжительного океанического нагула, а также «наслоением» рыб разных поколений, имеющих различное происхождение, которые в той или иной степени могут пересекаться в одних и тех же нагульных зонах. Это делает значительно более сложной интерпретацию оценок как непосредственно по внутривидовой идентификации, так и для учета относительной численности. Поэтому представленные в работе данные по неполовозрелой кете могут быть использованы в качестве условного индикатора состояния запасов этого вида в основных странах тихоокеанского бассейна, где он воспроизводится.

* Fisheries Agency ... (2010); Hokkaido national ... (2011).

Заключение

В результате проделанной работы был проведен анализ внутривидовой структуры нагульных и преднерестовых скоплений кеты в западной части Берингова моря и северо-западной части Тихого океана в летне-осенний период 2009 и 2010 гг. Показано, что в берингоморских и тихоокеанских водах Дальневосточного региона в уловах доминировали стада российской кеты. Японские стада по встречаемости занимали второе место, но их доля была ниже среднемноголетнего уровня. Это заметно при сравнении данных 2009 и 2010 гг. с результатами предыдущих аналогичных исследований в 2002–2004 и 2006 гг. (Бугаев и др., 2006, 2007, 2009). Присутствие стад североамериканского происхождения отмечалось крайне слабо и не превышало показателей статистической ошибки метода.

В западной части Берингова моря в осенний период внутривидовой состав уловов на уровне дифференциации по странам воспроизводства имел следующий вид: неполовозрелые особи (2009 и 2010 гг.) — Россия — 93,8–95,3 %, Япония — 2,9–5,2, США — 1,0–1,9; половозрелые особи (2009 г.) — Россия — 88,8, Япония — 9,8, США — 1,4 %. В северо-западной части Тихого океана в летний период отмечена схожая картина распределения комплексов стад: неполовозрелые особи (2009 и 2010 гг.) — Россия — 75,4–88,7 %, Япония — 10,1–23,9, США — 0,7–1,2; половозрелые особи (2009 и 2010 гг.) — Россия — 81,0–83,0, Япония — 15,9–17,7, США — 1,1–1,3 %.

На основе проведенных учетных и идентификационных работ были получены оценки относительной численности комплексов стад неполовозрелой и половозрелой кеты основных стран воспроизводства. В западной части Берингова моря оцененная численность комплексов стад составила: неполовозрелые особи (2009 и 2010 гг.) — Россия — 107,81–123,32 млн экз., Япония — 3,75–5,98, США — 1,15–2,33; половозрелые особи (2009 г.) — Россия — 6,34, Япония — 0,70, США — 0,10 млн экз. В северо-западной части Тихого океана были получены следующие оценки: неполовозрелые особи (2009–2010 гг.) — Россия — 19,27–37,74 млн экз., Япония — 6,11–4,30, США — 0,18–0,51; половозрелые особи (2009–2010 гг.) — Россия — 29,02–42,60, Япония — 5,56–9,31, США — 0,38–0,68 млн экз.

Список литературы

Бугаев А.В. Распределение и динамика дрейфтерных уловов тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* spp. в период преднерестовых миграций в экономической зоне России // Изв. ТИНРО. — 2010. — Т. 162. — С. 3–35.

Бугаев А.В., Заволокина Е.А., Заварина Л.О. и др. Идентификация локальных стад кеты *Oncorhynchus keta* в западной части Берингова моря по данным траловых съемок НИС «ТИНРО» в сентябре-октябре 2002–2003 гг. // Изв. ТИНРО. — 2006. — Т. 146. — С. 3–34.

Бугаев А.В., Заволокина Е.А., Заварина Л.О. и др. Популяционно-биологические исследования по программе BASIS. Часть 1 — кета *Oncorhynchus keta* // Изв. ТИНРО. — 2007. — Т. 151. — С. 115–152.

Бугаев А.В., Заволокина Е.А., Заволокин А.В. и др. Происхождение и распределение локальных стад кеты *Oncorhynchus keta* в западной части Берингова моря по данным траловых съемок НИС «ТИНРО» в 2004 и 2006 гг. // Изв. ТИНРО. — 2009. — Т. 157. — С. 3–33.

Бугаев А.В., Шапорев Р.А., Коваль М.В. и др. Распределение региональных комплексов азиатских стад кеты *Oncorhynchus keta* в период преднерестовых миграций в экономической зоне России // Изв. ТИНРО. — 2012. — Т. 171. — С. 3–25.

Волвенко И.В. Морфометрические характеристики стандартных биостатистических районов для биоценологических исследований рыболовной зоны России на Дальнем Востоке // Изв. ТИНРО. — 2003. — Т. 132. — С. 27–42.

Заволокина Е.А., Заволокин А.В. Распределение, динамика обилия, возрастной и размерный состав кеты в западной части Берингова моря и сопредельных тихоокеанских водах в 2002–2006 гг. // Изв. ТИНРО. — 2007. — Т. 151. — С. 35–60.

Заволокина Е.А., Заволокин А.В., Байталюк А.А. Количественное распределение и возрастной состав кеты в северо-западной части Тихого океана летом 2007 г. // Бюл. № 2 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток: ТИНРО-центр, 2007. — С. 152–154.

Заволокина Е.А., Заволокин А.В., Глебов И.И., Лобода С.В. Возрастная структура кеты в СЗТО и западной части Берингова моря летом и осенью 2006 г. // Бюл. № 1 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток : ТИНРО-центр, 2006. — С. 162–167.

Каев А.М. Особенности воспроизводства кеты в связи с ее размерно-возрастной структурой : монография. — Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2003. — 288 с.

Старовойтов А.Н. Биология азиатской кеты в морской период жизни : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2002. — 24 с.

Шапоров Р.А., Варнавская Н.В., Савин В.А. и др. Методика комплексного анализа изменчивости строения слоистых структур чешуи тихоокеанских лососей на примере кеты Камчатки // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2007. — Вып. 9. — С. 131–142.

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

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

Bugaev A.V., Zavolokina E.A., Zavolokin A.V. et al. Stock-specific distribution and abundance of immature chum salmon in the western Bering sea in summer and fall 2002–2003 // NPAFC Bull. — 2009. — № 5. — P. 105–120. <http://www.npafc.org>.

Clark J.H., McGregor A., Mecum R.D. et al. The commercial salmon fishery in Alaska : Alaska Fish. Res. Bull. — 2006. — Vol. 12(1). — 146 p.

Davis N.D., Myers K.W., Walker R.V., Harris C.K. The Fisheries Research Institute's high-seas salmonid tagging program and methodology for scale pattern analysis // Amer. Fish. Soc. Symp. — 1990. — № 7. — P. 863–879.

Irvine J.R., Fukuwaka M., Kaga T. et al. Pacific salmon status and abundance trends : NPAFC Doc. — 2009. — № 1199. — 153 p. <http://www.npafc.org>.

Salo E.O. Life history of chum salmon *Oncorhynchus chum* // Pacific salmon life histories. — Vancouver : UBC press, 1991. — P. 233–309.

Sasaki K., Saito T., Nagasawa T. Japan salmon commercial catch statistics for 2011 : NPAFC Doc. — 2012. — № 1401. — 2 p. <http://www.npafc.org>.

Sato S., Moriya S., Azumaya T. et al. Stock distribution patterns of chum salmon in the Bering sea and north Pacific ocean during the summer and fall of 2002–2004 // NPAFC Bull. — 2009. — № 5. — P. 29–37. <http://www.npafc.org>.

Urawa S., Sato S., Crane P.A. et al. Stock-specific ocean distribution and migration of chum salmon in the Bering sea and north Pacific ocean // NPAFC Bull. — 2009. — № 5. — P. 131–146. <http://www.npafc.org>.

Zavolokin A.V., Khen G.V. Decreases in abundance of immature Pacific salmon in the western Bering Sea from 2002 to 2011: link to hydrological and forage conditions : NPAFC Doc. — 2012. — № 1398. — 20 p. <http://www.npafc.org>.

Поступила в редакцию 21.08.14 г.