

Вместе с тем отмечается необходимость дополнительной финансовой поддержки федерального центра в части создания инновационной экологической составляющей инфраструктуры системы жизнеобеспечения населения края [9].

Благоприятная окружающая среда является необходимым условием социально-экономического развития общества и здоровья его граждан. Проблемы ее обеспечения прямо или косвенно затрагивают интересы каждого жителя Камчатского края. Ее сохранение – основная задача государственных органов и общественности, каждого жителя края.

### Литература

1. Конституция Российской Федерации (Официальный текст Конституции РФ с внесенными в нее поправками от 05.02.2014 опубликован на Официальном интернет-портале правовой информации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pravo.gov.ru>, дата обращения 26.02.2014 г.

2. *Абашидзе А.Х., Васильев Ю.Г., Солнцев А.М.* Международное экологическое право: Документы и комментарии. Вып. III: Экологические права человека. – М., 2010.

3. *Копылов М.Н.* Введение в международное экологическое право. – М., 2007.

4. *Копылов М.Н., Копылов С.Н., Кузьменко Э.Ю.* Прогрессивное развитие и кодификация международного экологического права. – М., 2007.

5. *Соколова Н.А.* Международно-правовые проблемы управления в сфере охраны окружающей среды. – М., 2010.

6. Стратегия социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2025 г., утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.12.2009 № 2094-р // Собрание законодательства РФ – 25.01.2010, № 4. – Ст. 421.

7. Государственная программа Российской Федерации «Охрана окружающей среды» на 2012–2020 гг., утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 27.12.2012 № 2552-р // Собрание законодательства РФ. – 07.01.2013, № 1. – Ст. 71.

8. Государственная программа Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Дальнего Востока и Байкальского региона», утв. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.03.2013 № 466-р // Собрание законодательства РФ. – 08.04.2013, № 14. – Ст. 1713 (распоряжение).

9. Доклад об экологической ситуации в Камчатском крае в 2012 г. / Министерство природных ресурсов и экологии Камчатского края. – Петропавловск-Камчатский, 2013.

УДК 597.541-152.6(265.5)

## УСЛОВИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА КОРФО-КАРАГИНСКОЙ СЕЛЬДИ НА НЕРЕСТИЛИЩАХ ЛАГУННОГО ТИПА

**А.А. Бонк**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский*

В статье описываются условия воспроизводства популяции корфско-карагинской сельди на нерестилищах лагунного типа.

Начало XXI в. для корфо-карагинской популяции сельди ознаменовалось очередным периодом снижения численности. Наметившийся в конце 90-х гг. прошлого века рост запасов данной популяции продлился недолго, и в первые годы текущего столетия популяция вновь пришла в депрессивное состояние, чему способствовал как нерациональный промысел, так и отсутствие достаточно многочисленных поколений (рис. 1).

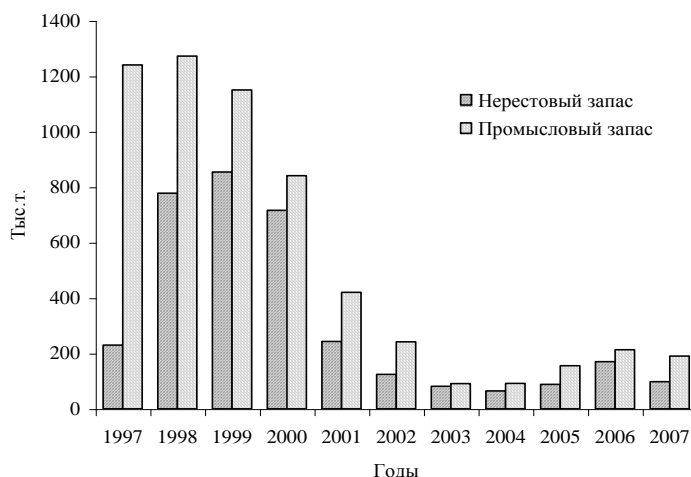


Рис. 1. Динамика нерестового и промыслового запаса корфо-карагинской сельди

Формирование численности поколений многих видов рыб происходит под влиянием многих факторов, определяющих условия жизни в раннем онтогенезе [1]. При этом нельзя выделять какой-либо один этап в развитии рыб или лимитирующий фактор [2], которые будут иметь решающее влияние на величину генерации. Исследования эффективности воспроизводства корфо-карагинской сельди также показали, что формирование урожайности ее поколений зависит от многих факторов, в том числе и от условий, в которых происходит нерест и инкубация икры [3–9].

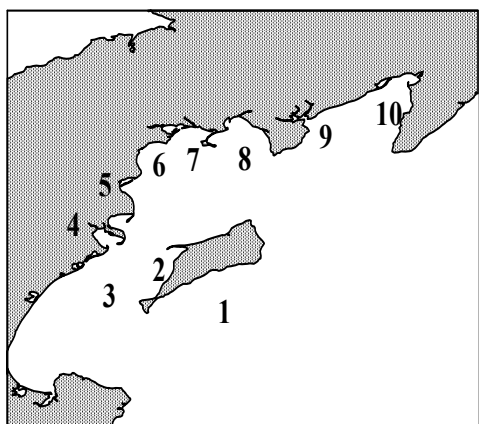


Рис. 2. Районы нереста корфо-карагинской сельди. 1 – о. Карагинский, 2 – Губа Ложных Вестей, 3 – Карагинский залив, 4 – б. Карага и б. Оссора, 5 – б. Тымлат, 6 – Кичигинский залив, 7 – залив Уала, 8 – залив Анапка, 9 – б. Гека, 10 – север залива Корфа (г. Скрытая, Скобелева, Сибирь)

Исследования предыдущих лет [4, 10, 11] позволили выявить районы воспроизводства корфо-карагинской сельди. Репродуктивный ареал корфо-карагинской сельди охватывает преимущественно акваторию Карагинского залива (рис. 2), однако имеются свидетельства и о нересте сельди в Олюторском заливе (район п. Апука). В конце 1930-х и начале 1950-х гг. воспроизводство корфо-карагинской сельди проходило в мелководных заливах, лагунах и бухтах северной части Карагинского залива (бухта Тымлат, заливы Кичигинский, Уала, Анапка), в губе Ложных Вестей (остров Карагинский), на севере и юге залива Корфа. Начиная со второй половины 1950-х и до начала 1960-х гг. нерест корфо-карагинской сельди происходил не только в названных заливах, а и в центральной части Карагинского залива: бухты Оссора и Карага, у западного и юго-восточного побережья острова Карагинский. В 1960-е гг. (1962–1968) произошло сокращение нерестовых площадей. Для размножения корфо-карагинская сельдь стала подходить в заливы Уала, Анапка и Корфа. Сокращение районов нереста отмечалось до середины 1970-х гг. С 1968 по 1974 гг. нерест сельди отмечался только в заливе Корфа (гавани Сибирь, Скобелева, Скрытая и бухта Гека) [4, 11].

Современная область размножения корфо-карагинской сельди начала складываться во второй половине 1970-х гг. В настоящее время воспроизводство корфо-карагинской сельди происходит в заливах Уала, Анапка и Корфа (рис. 2, 3). При этом до 90% производителей нерестятся в первых двух. Эпизодически сельдь нерестится в губе Ложных вестей (о. Карагинский) и бухте Тымлат. В 1997 г. наблюдался нерест сельди с северной стороны о. Верхотурова [4, 5, 8, 9, 12].

Для корфо-карагинской сельди выделяют три типа нерестилищ [4, 8, 10, 11, 13, 14]: лагунные, береговые открытые и береговые закрытые. При этом сельдь для размножения в основном использует лагунные нерестилища и, в меньшей степени, береговые закрытые (рис. 4).

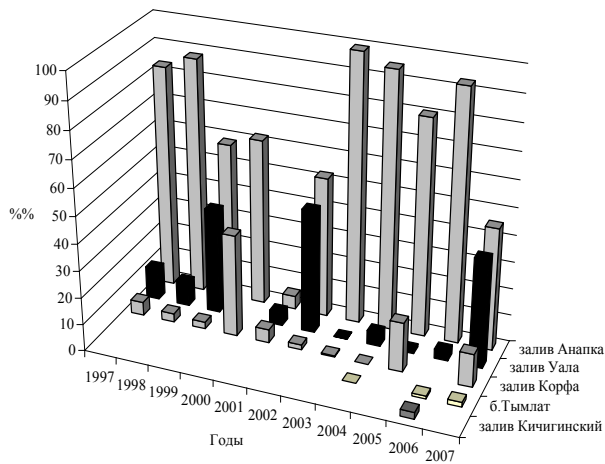


Рис. 3. Доля площадей, занятая обыкновенным субстратом, в различных районах воспроизводства корфо-карагинской сельди

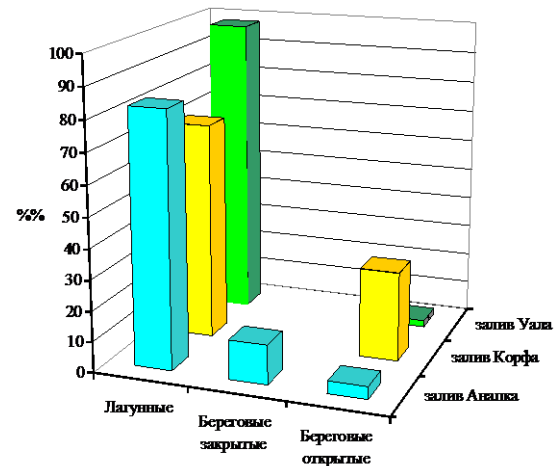


Рис. 4. Использование корфо-карагинской сельдью нерестилищ различного типа, %

Рассмотрим, что собой представляют нерестилища лагунного типа, и в каких условиях происходит воспроизводство сельди на этих нерестилищах.

Этот тип нерестилищ приурочен к кумулятивным участкам побережья и характеризуется преобладанием мягких грунтов, что отражается на видовом составе фитоценоза, который занимают обширные площади дна и располагаются вдоль берега хорошо выраженными плотными или мозаичными поясами [13, 14]. Для этого типа нерестилищ типичны заросли морских трав (*Zostera marina* и *Z. pana*), относящихся к взморниковым и имеющих хорошо развитую корневую систему. У нижней границы литоральной зоны заросли zostеры сменяются ламинариевыми водорослями с доминированием *Laminaria gurjanovae*. Ее обрывки и целые слоевища волнами нередко переносятся в заросли zostеры (рис. 5). Для лагунных нерестилищ характерно значительное колебание уровня воды вследствие приливно-отливных течений, особенно это существенно в период сизигии. В то же время лагунные нерестилища в меньшей степени, по сравнению с нерестилищами берегового типа, испытывают влияние нагонных ветров и штормовой деятельности. Этому способствуют либо наличие кос, отделяющих нерестилища от остальной акватории заливов, либо особенности направления розы ветров, дующих преимущественно с берега.



Рис. 5. Нерестилище корфо-карагинской сельди лагунного типа в период отлива. Залив Анапка. В зарослях *Zostera marina* вкрапления *Laminaria gurjanovae*. На заднем плане видны sublиторальные заросли ламинарии

В центральной части Карагинского залива нерестилища лагунного типа расположены в бухтах Карага, Оссора и губе Ложных Вестей. Эти районы характеризуются наличием песчано-галечных кос, защищающих внутреннюю зону от ветрового и волнового воздействия. Наличие

ровного дна и преобладание ила и песка способствуют развитию водорослевого покрова, состоящего из зоостеры. Однако эти районы обычно поздно освобождаются ото льда. Нерест сельди наблюдался в них лишь в годы высокой численности.

В заливе Уала лагунные нерестилища расположены в лагуне Аннуянговын, которая отделена от залива Уала косами Хаянавын и Чучивин, а также в районе устья реки Хайанапка. Грунт: ил, песок, галька с примесью ракушек и песка. Доминирующим видом растительности является *Zostera marina* с примесью *Z. pana*. Нередко к моменту начала нереста в лагуне у устья р. Хайанапка примерно 50% субстрата представляет собой отмершую зоостеру.

Если нерестовые зоны в лагуне Аннуянговын используются крайне редко, то в лагуне у устья реки Хайанапка нерест отмечается регулярно.

В заливе Анапка, вдающемся в северный берег Карагинского залива, между полуостровами Ильпырь и Ильпинским, нерестилища лагунного типа имеют наибольшую площадь. Они расположены в северной (кутовой) части залива от косы Атворин до м. Валахыл. Эта часть залива достаточно мелководна (по полной воде максимальная глубина 5 м). Часть мелководья обсыхает в отлив. Грунт преимущественно илистый, песчано-илистый. Основной вид растительности зоостера (*Z. marina*), встречаются ламинария (*L. guzjanovae*) и неородомела (*N. larix*). В первой половине мая, когда начинается нерест, в данном районе сохраняется ледовый припай. Эти нерестилища регулярно используются сельдью для размножения.

В заливе Корфа нерестилища лагунного типа в основном расположены в северной части залива – в гаванях Сибирь, Скобелева и Скрытая, а также в бухте Гека (лагуне Легунмун). Гавань Скрытая расположена в западной части вершины залива Корфа и представляет собой лагуну, отделенную от залива узкой песчаной косой. Впадающая в гавань река распресняет воды гавани. Гавань Сибирь отделяется от залива Корфа песчаной косой Конохвал. У основания и средней части косы имеется обширная отмель, часть которой обсыхает в малую воду. Гавань Скобелева расположена в юго-восточной части вершины залива и отделяется небольшой песчаной косой. Гавань доступна северным и северо-восточным ветрам. В отличие от гаваней Сибирь и Скрытая гавань Скобелева имеет большие глубины. На выходе глубина около 12 м, центральная часть – до 10 м. Обсыхаемая часть незначительна.

Грунт на нерестилищах илистый и песчано-илистый, благоприятный для произрастания зоостеры. Этот вид морских трав является основой растительного покрова (более 90%). Помимо зоостеры встречаются *Neorhodomela*, *Devaleraea*, *Ulva*, *Monostroma*.

Сельдью наиболее часто используются нерестовые площади в гаванях Сибирь и Скобелева. Икрометание сельди в гавани Скрытая и лагуне Легунмун происходит редко.

Условия, в которых происходит нерест и развитие икры сельди на нерестилищах лагунного типа в каждом районе их локализации различны [8, 12, 13, 15].

Выше отмечалось, что для рассматриваемого типа нерестилищ характерно периодическое обсыхание части территории при отливах. В период отлива зоны, наиболее подверженные обсыханию, расположены у мыса Валахыл (залив Анапка), в лагуне у устья реки Хайанапка (залив Уала). В этом районе площадь осушки при ежедневных отливах может составлять 2,0–2,5 км<sup>2</sup>, а в период сизигии – до 5 км<sup>2</sup>. Отмель у устья р. Хайанапка в период отлива осушается до 1,5 км<sup>2</sup>, в период сизигии до 3,0 км<sup>2</sup>.

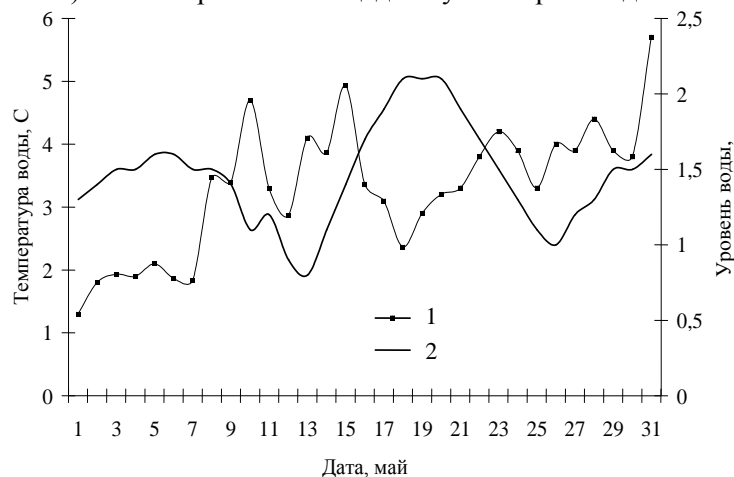


Рис. 6. Изменение температуры поверхности воды (1) и уровня воды (2) в заливе Корфа, 2003 г.

Приливно-отливные явления оказывают влияние на формирование термического режима вод в районе нерестилищ (рис. 6). Особенно это заметно в заливах Анапка и Уала, которые, по сравнению с заливом Корфа, имеют хорошо развитую мелководную зону. В ясные дни под влиянием солнечного радиационного прогрева при минимальном уровне воды около 0,2 м температура ее поверхности сильно

повышается (рис. 7 и 8). По архивным и литературным данным она может достигать 12–17°C [3] и даже выше [4]. Так, у м. Валахыл в период отлива была зафиксирована температура воды 21°C. В заливе Корфа (гавань Сибирь) поверхностный слой воды прогревается до 5°C, в отдельных случаях до 12°C.

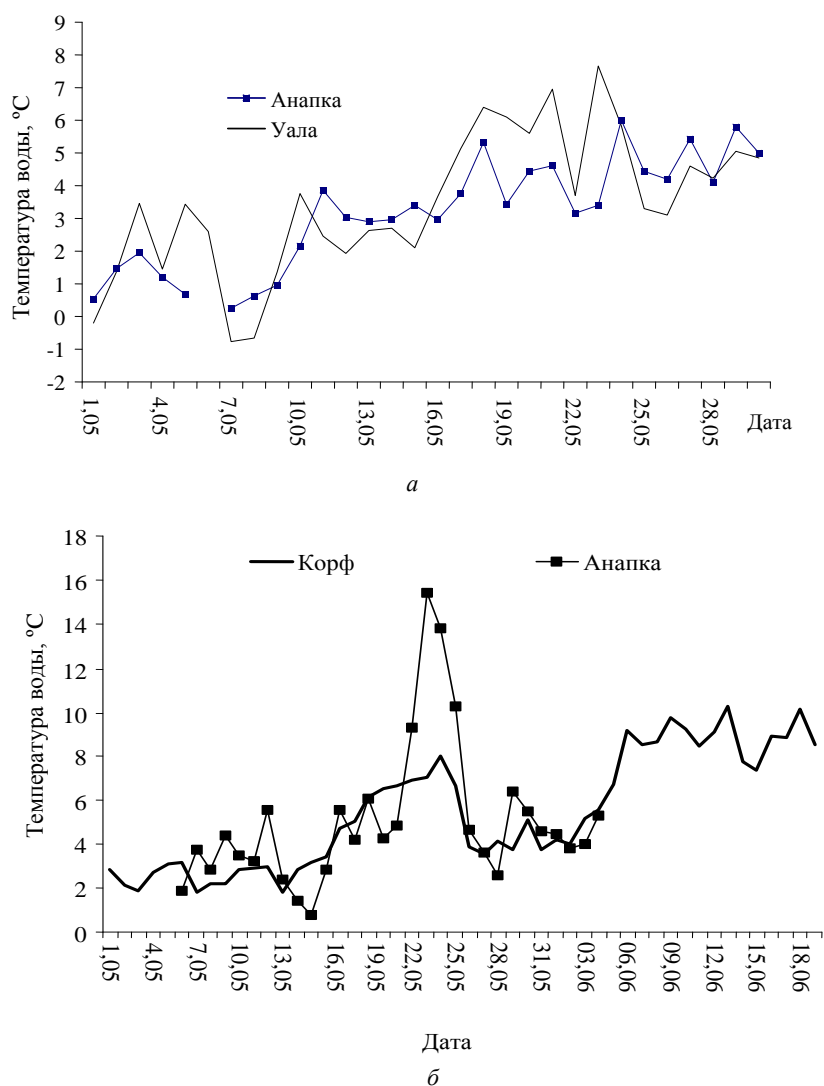


Рис. 7. Среднесуточная температура поверхности воды в заливах: А – Анапка и Уала, май 1961 г. (неопубликованные данные И.И. Афонина), Б – Анапка и Корфа, май – июнь 2001 г.

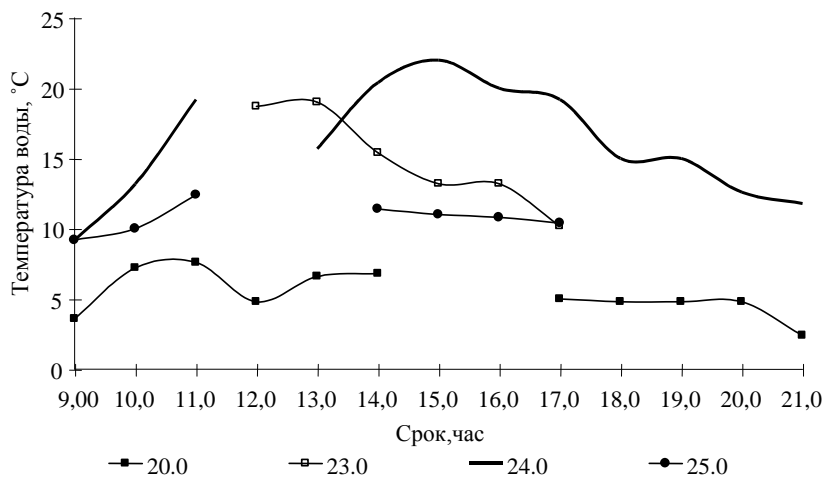


Рис. 8. Суточный ход температуры поверхности воды на лагунном нерестилище в заливе Анапка (м. Валахыл), 2001 г.

В то же время на ряде нерестовых участков лагунного типа ледовый припай и вынос холодных речных вод может препятствовать возникновению резких изменений температуры воды при отливе. Так, холодные речные воды рек Альховаям, Игнаваям, Игунаваям и ледовый припай, который длительное время сохраняется в кутовой части залива Анапка, формируют в этом районе стабильные температурные условия. Даже в отлив температура поверхности воды варьирует в пределах 2,1–4,0°C [12].

Прибрежная зона заливов и бухт, где расположены нерестилища сельди, подвержена значительным колебаниям солености. Солевой режим в этой зоне может изменяться под влиянием многих факторов: это площадь мелководий, приливно-отливные течения и материковый сток.

Обширные зоны мелководий в заливах Анапка и Уала, на которых в период отлива происходит смешение морских вод с пресными, выносимыми многочисленными ручьями и реками, наблюдается резкое изменение солености. По мере развития весенних процессов (вскрытие рек, таяние льда и снега) концентрация солей сильно снижается (рис. 9) и в довольно широком диапазоне [3, 10, 11]. На отдельных участках нерестилищ при отливе возможно и полное опреснение (рис. 10). Если в период нереста соленость колеблется в пределах 20–32‰, то развитие икры и выклев личинок протекает при более широком диапазоне солености – 2,8–30‰ [11].

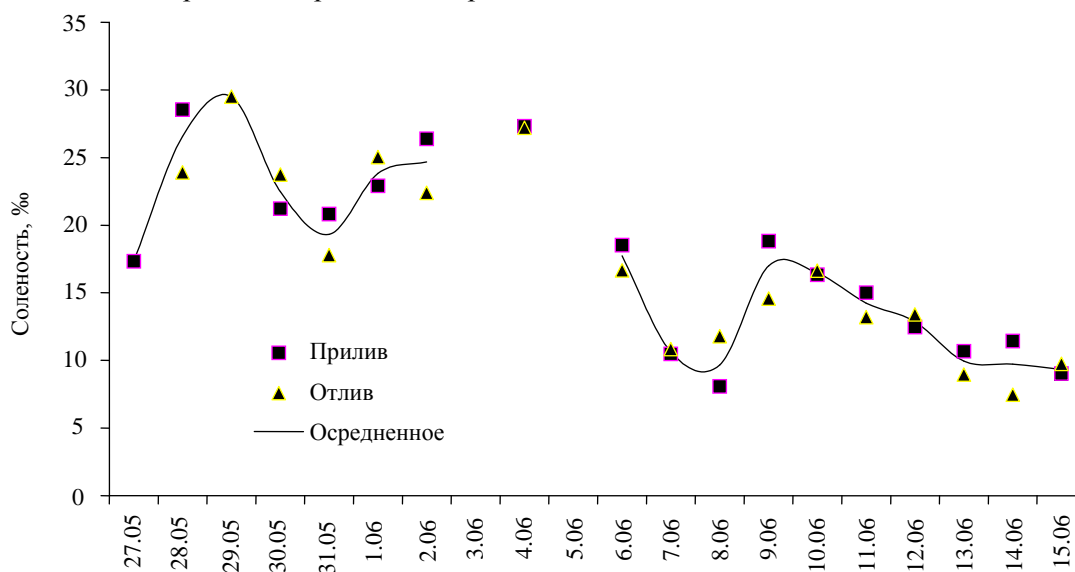


Рис. 9. Изменение солености воды на нерестилищах корфо-карагинской сельди по мере развития весенних процессов (неопубликованные данные Т.К. Уколовой, гавань Сибирь, 1974 г.)

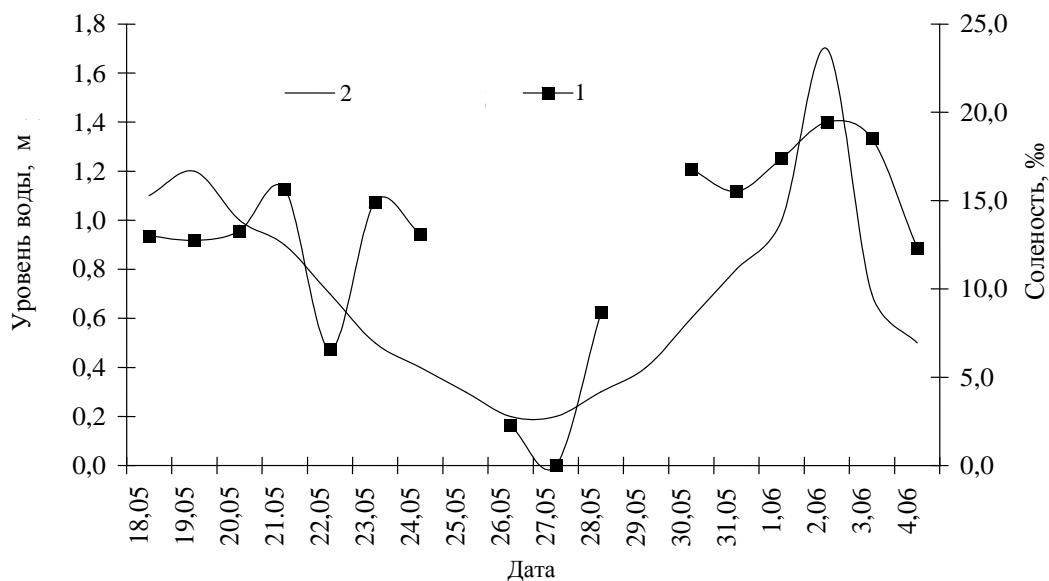


Рис. 10. Изменение солености (1) и уровня воды (2) в заливе Анапка (м. Валахыл), 2001 г.

Количество кислорода в воде в районе нерестилищ непостоянно и изменяется как под влиянием факторов климатического характера, так и биотической природы (рис. 11). С одной стороны, высокая динамичность вод в прибрежных районах, приливно-отливные течения, весеннее цветение фитопланктона и материковый сток способствуют повышенному содержанию в воде кислорода. С другой, в районах, подверженных непосредственному влиянию материкового стока, отмечается усиление окислительно-восстановительных процессов, приводящее к понижению содержания кислорода. Резкое падение содержания кислорода происходит в момент нереста. И.Г. Фриндланд (1951), описывая размножение сельди у юго-западного берега Сахалина, отмечает, что из-за повышенного содержания в воде сперматозоидов количество растворенного кислорода резко падает. На нерестилищах корфо-карагинской сельди дефицит кислорода также отмечается в процессе нереста. В этот период концентрация кислорода составляет 5,0–6,0 мл/л и недосыщение воды кислородом составляет 30%. В период эмбрионального развития количество кислорода в воде более стабильно – 7,0–8,0 мл/л, что соответствует 97–105% насыщения.

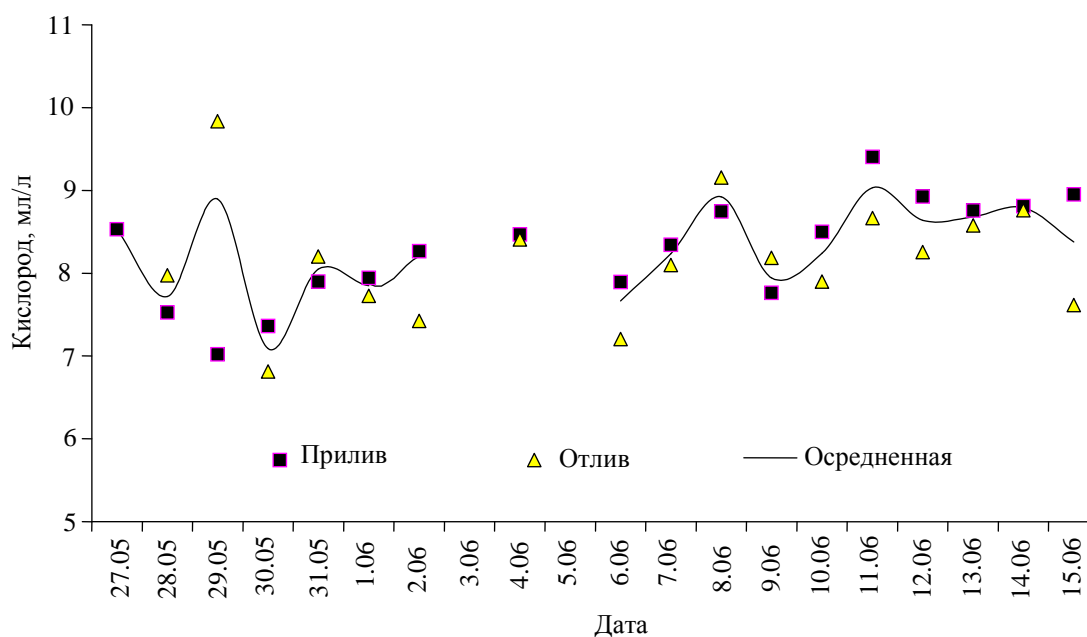


Рис. 11. Содержание кислорода в воде на нерестилищах корфо-карагинской сельди, гавань Сибирь, 1974 г. (неопубликованные данные Т.К. Уколовой)

На нерестилищах лагунного типа, из всех перечисленных факторов, влияющих на успешность воспроизводства, наибольшая роль принадлежит температуре. Известно, что для корфо-карагинской сельди благоприятный температурный диапазон лежит в пределах 3–8°C [4, 11]. Повышенный температурный фон, который характерен для этого типа нерестилищ, способствует ускоренному темпу эмбрионального развития. Наблюдения, выполненные в 2002 г. показали, что на нерестилище лагунного типа, для которого характерны периодические обсыхания обикренного субстрата, развитие икры происходит быстрее, чем на нерестилище, на которое оказывает охлаждающее влияние льды и речной сток (табл. 1). Так, в районе м. Валахыл из-за повышенных значений температуры воды, которые отмечались особенно в период отлива, более 81% эмбрионов находились на завершающих этапах развития (VII и VIII стадии). У них заканчивалось отделение головы от желточного мешка, в глазах появился гуанин и желтый пигмент. У части эмбрионов практически полностью выпрямилась голова. Продолжительность эмбриогенеза на нерестилищах в районе м. Валахыл составила 10–16 суток. В то же время эмбрионы на севере залива развивались у кромки льда, что совместно с материковым стоком формирует пониженный температурный фон. В этом районе 96% зародышей находилось на стадии сегментации и отделения заднего конца туловища от желточного мешка (VI стадия). Отставание в развитии по сравнению с икрой, развивавшейся у м. Валахыл, достигало 9 суток.



Таблица 1

**Продолжительность периода эмбрионального развития икры корфо-карагинской сельди на нерестилищах разных типов**

Район, тип нерестилищ	Средняя температура воды, °С	Продолжительность инкубационного периода, сутки	Сумма градусодней тепла
Залив Анапка, лагунное	5,8	18,7	109
Залив Анапка, береговое закрытое	3,6	27,7	100
Залив Уала, лагунное	5,6	19,3	108
Залив Уала, береговое закрытое	3,2	30,6	98
Залив Корфа, лагунное	4,7	22,1	105
Залив Корфа, береговое открытое	3,3	29,8	99

В то же время нестабильность термического режима на нерестилищах лагунного приводит к гибели или появлению зачастую нежизнеспособных личинок [3, 4, 8, 11, 12]. При оптимальных, для нормального развития эмбрионов, значениях температуры воды (3–8°С) уровень смертности в среднем составляет 8–9%. Увеличение количества погибших икринок наблюдается за пределами

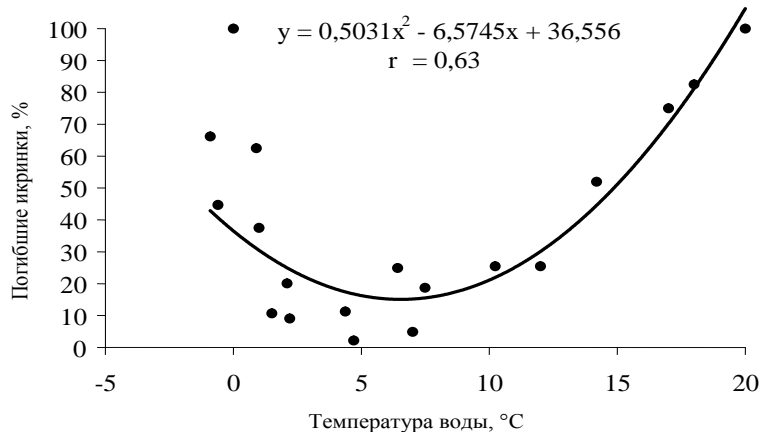


Рис. 12. Зависимость смертности икры корфо-карагинской сельди от температуры воды в процессе эмбриогенеза (осредненные данные за период 1957–2003 гг.)

ми границ оптимальной зоны. Так, выметанная сельдью икра полностью погибает как при температуре воды близкой к 0°С [11], так и при высоких значениях превышающих 10°С. В заливе Уала высокая смертность икры характерна для нерестовых зон у устья р. Хайанапка (15,8%), а в заливе Анапка – у мыса Валахыл и на участке от мыса Валахыл до мыса Песчаный (6,6–19,1%). Для сравнения, на нерестилищах этого же типа, но расположенных в кутовой части залива, доля погибшей икры не превышает 3,2% (рис. 12, табл. 2).

Таблица 2

**Смертность икры корфо-карагинской сельди в период эмбриогенеза, %**

Год	Район							
	Залив Анапка			Залив Уала		Залив Корфа		
	мыс Валахыл	мыс Пейнытхын	Кутловая часть реки Альховаям	река Хайанапка	река Анапка	гавань Сибирь	гавань Скобелева	бухта Гека
1998	11,6	1,5	–	–	7,0	–	–	37,8
1999	6,6	1,2	3,2	–	–	–	–	–
2000	19,1	3,7	–	–	–	2,0	–	1,4
2001	14,5	0,9	2,9	–	–	–	–	0,7
2002	2,7	–	1,0	15,8	0,2	–	–	–
2003	3,9	4,6	8,2	–	–	–	4,9	–
2004	16,2	2,4	6,7	35,8	–	–	–	–

Примечание. – нет нереста.

Исходя из вышеизложенного, можно предположить, что одной из причин отсутствия поколений повышенной численности в популяции корфо-карагинской сельди в последнее десятилетие является использование ее для размножения нерестилищ лагунного типа. Преимущественно это касается тех участков, которые на длительный промежуток времени обсыхают при отливах. В результате воздействия неблагоприятных факторов наблюдается высокая гибель развивающейся икры и личинок сельди.



Если же воспроизводство сельди происходит на тех же лагунных нерестилищах, но основная масса икры отложена на участках, не подверженных длительной осушке, то условия ее развития более стабильны, и возрастает вероятность появления поколения повышенной численности. Так, в 2000 г. нерест сельди наблюдался в основном на нерестилищах лагунного типа в заливах Анапка и Корфа. При этом в заливе Корфа сельдь выметала икру на тех участках, которые не обсыхали даже в сизигийный отлив. Выполненная осенью сеголеточная съемка показала, что поколение данного года оценивалось как среднее по численности и при вступлении в промысел в возрасте 4+ могло бы достигнуть уровня 300 млн рыб.

### Литература

1. Бердичевский Л.С., Деменьтьева Т.Ф., Иоганзен Б.Г., Крисунов Е.А., Расс Т.С. История развития и современное состояние теории динамики популяции рыб // Биологические ресурсы гидросферы и их использование. Теория формирования численности и рационального использования стад промысловых рыб. – М.: Наука, 1985. – С. 12–28.
2. Дехник Т.В., Серебряков В.П., Соин С.Г. Значение ранних стадий развития рыб в формировании численности поколений // Биологические ресурсы гидросферы и их использование. Теория формирования численности и рационального использования стад промысловых рыб. – М.: Наука, 1985. – С. 56–72.
3. Науменко Н.И. Выживание корфо-карагинской сельди на первом году жизни // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа: Сб. науч. тр. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. – 1995. – Вып. III. – С. 49–56.
4. Науменко Н.И. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2001. – 330 с.
5. Науменко Н.И., Бонк А.А., Трофимов И.К. Влияние условий окружающей среды, плотности кладок икры и вида субстрата на воспроизводство корфо-карагинской сельди // Рациональное использование биоресурсов Тихого океана: Тез. докл. Всесоюз. конф. – Владивосток: ТИНРО, 1991. – С. 120–121.
6. Науменко Н.И., Бонк А.А., Коробкова Д.В. Применение искусственных нерестилищ для задержки выклева личинок корфо-карагинской сельди // Экосистемы морей России в условиях антропогенного пресса (включая промысел): Тез. докл. Всесоюз. конф. – Астрахань: КаспНИРХ, 1994. – С. 493–495.
7. Бонк А.А., Науменко Н.И. Выживание икры корфо-карагинской сельди на искусственных нерестилищах // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа: Сб. науч. тр. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. – 1995. – Вып. III. – С. 23–24.
8. Бонк А.А. Влияние некоторых биотических и абиотических факторов на выживание корфо-карагинской сельди в период раннего онтогенеза // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2004. – 24 с.
9. Бонк А.А. Элиминация икры корфо-карагинской сельди (*Clupea pallasii*) в процессе инкубации // Изв. ТИНРО. – 2005. – Т. 143. – С. 21–34.
10. Прохоров В.Г. О типах нерестилищ тихоокеанской сельди // Изв. ТИНРО. – 1967. – Т. 61. – С. 328–330.
11. Качина Т.Ф. Сельдь западной части Берингова моря. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1981. – 121 с.
12. Bonk A.A., Dubinina A. Yu. Spawning grounds location influence upon the duration of embryonic development of herring egg of the Western Bering Sea // PICES, Сеул. October 10–18. – 2003.
13. Клочкова Н.Г., Бонк А.А. Современный видовой состав альгофлоры в разных районах воспроизводства корфо-карагинской сельди // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Сб. матер. IV науч. конф. – Петропавловск-Камчатский. – 2003. – С. 201–203.
14. Клочкова Н.Г., Бонк А.А., Клочкова Т.А. Макрофитобентос районов воспроизводства корфо-карагинской сельди и значение отдельных видов растений в ее размножении // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Сб. докл. IV науч. конф. 17–18 ноября 2003 г. – Петропавловск-Камчатский. – 2004. – С. 57–70.
15. Душкина Л.А. Биология морских сельдей в раннем онтогенезе. – М.: Наука. 1988. – 192 с.